



Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika

Reviewers

Prof. Dr. Utari Sumarmo

Dr. Rippi Maya, M.Pd

M. Afrilianto, S.Pd., M.Pd

Masta Hutajulu, S.Si., M.Pd

Atik Krismiati, S.Pd., M.Pd.

Tim Dosen Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi

Editorial

Adi Nurjaman, S.Pd

Ratna Sariningsih, S.Pd

Indah Puspita Sari, S.Pd

Gida Kadarisma, S.Pd

Alamat Redaksi

Jl. Terusan Jendral Sudirman. Cimahi 40526, Jawa Barat - Indonesia

Telp : Phone (022) 6658680, Faks : (022) 6629913,

Website : www.stkipsiliwangi.ac.id, e_mail : stkipsiliwangi4341@yahoo.co.id

KATA PENGANTAR

Dengan Senantiasa mengharap rahmat dan ridho Allah SWT, atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika ini akhirnya dapat diselesaikan. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika merupakan kegiatan rutin yang diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung tiap tahun. Kegiatan ini merupakan sebuah wadah bagi pendidik, peneliti dan pemerhati pendidikan matematika untuk mendifusikan kajian ilmiah serta untuk meningkatkan kerjasama diantara peserta.

Persoalan budaya dan karakter bangsa belakangan ini menjadi sorotan masyarakat. Keprihatinan terkait berbagai aspek kehidupan diungkap dan dibahas di media massa, Selain itu, para pemuka masyarakat, ahli, pengamat pendidikan, dan pengamat sosial mengangkat persoalan budaya dan karakter bangsa pada berbagai forum seminar, baik pada tingkat lokal, nasional, maupun internasional. Persoalan yang muncul di masyarakat seperti korupsi, perilaku kekerasan dan perusakan, kejahatan seksual, pola hidup yang konsumtif, kehidupan politik yang tidak produktif, dan sebagainya menjadi topik pembahasan hangat. Berbagai alternatif penyelesaian telah diajukan seperti peraturan, undang-undang, dan penegakan hukum yang lebih kuat. Alternatif lain yang banyak dikemukakan untuk mengatasi atau mengurangi masalah budaya dan karakter bangsa seperti itu adalah pendidikan. Oleh karena itu, Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2013 mengambil tema “Inovasi Matematika dan Pendidikan Matematika yang Humanis untuk Mengembangkan Kreativitas dan Karakter Peserta Didik (Menyongsong Kurikulum 2013)” yang diselenggarakan di Kampus STKIP Siliwangi Bandung pada tanggal 31 Agustus 2013.

Akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut berpartisipasi atas penyelenggaraan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika ini sehingga berhasil dengan baik, khususnya kepada Kepala Dinas Pendidikan Kota Cimahi, Bapak Ketua STKIP Siliwangi Bandung beserta jajarannya, Ketua dan Sekretaris Program Studi Pendidikan Matematika, Steering Committee serta semua panitia yang telah membantu demi terselenggaranya kegiatan seminar ini.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan, kesalahan, dan kekhilafan dalam penyelenggaraan seminar ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mohon keikhlasan Bapak, Ibu Saudara/I peserta seminar untuk memaafkan kami.

**SAMBUTAN KETUA PANITIA
SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
STKIP SILIWANGI BANDUNG**

Assalamu 'alaikum wr wb,
Salam sejahtera bagi kita semua.

Bapak, Ibu, dan Saudara/I peserta seminar yang berbahagia.

Dengan senantiasa mengharapakan Rahmat dan Ridho Allah SWT karena telah mempertemukan kita pada acara Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di STKIP Siliwangi Bandung dalam keadaan sehat wal'afiat semoga seminar ini dapat berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat bagi kita semua, Amiin.

Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema, "*Peran Matematika dalam Mengembangkan Humanisme dan Karakter Peserta Didik (Menyongsong Kurikulum 2013)*", bertujuan untuk : 1) memberikan pemahaman kepada kita tentang arti pentingnya karakter dan bagaimana mengintegrasikan dalam pembelajaran matematika yang humanis berdasarkan Kurikulum 2013, 2) mempublikasikan hasil-hasil penelitian atau kajian dalam lingkup matematika dan pendidikan matematika, dan 3) membangun kesinambungan antara lembaga pendidikan, dan lembaga penelitian dalam mengembangkan dan mengaplikasikan karakter dalam pembelajaran matematika menuju masyarakat Indonesia yang bernaftaskan Iman, Ilmu, dan Ikhsan. Kegiatan seminar ini diharapkan menjadi kegiatan tahunan Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung.

Panitia seminar mengundang tiga narasumber sebagai pembicara utama, Ketiga orang tersebut adalah Bapak Prof. Dr. rer. nat. Widodo, M.S., Bapak Prof. Dr. H. Didi Suryadi, M.Ed., dan Bapak Dr. H. Heris Hendriana, M.Pd. Ketiga narasumber tersebut akan menyampaikan makalahnya dalam setiap sesi yang berbeda, selain makalah dari ketiga pembicara utama, panitia menerima 60 makalah dari pemakalah berbagai propinsi untuk dipresentasikan dalam sesi paralel. Seminar ini juga dihadiri oleh peserta pendengar yang terdiri dari Mahasiswa, Dosen, Guru dan Praktisi dunia pendidikan.

Seminar ini terselenggara berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ketua STKIP Siliwangi Bandung beserta Jajarannya, Bapak Ketua dan sekretaris Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung, Bapak/Ibu Pengurus Organisasi Profesi Indo-MS yang telah membantu menjadikan seminar ini sebagai agenda resmi kegiatan seminar yang ada di Indo-MS sehingga seminar ini dapat menjadi fasilitator bagi para anggota Indo-MS dalam mempublikasikan karya-karya ilmiah baik hasil penelitian maupun kajian teori pada bidang matematika. Selain itu, kami atas nama panitia juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu demi terselenggaranya kegiatan seminar ini.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan, kesalahan, dan kekhilafan dalam penyelenggaraan seminar ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati kami mohon keikhlasan Bapak, Ibu Saudara/I peserta seminar untuk memaafkan kami.

Akhirnya, kami berharap seminar ini dapat memberikan manfaat bagi kita yang hadir disini khususnya dan dunia pendidikan pada umumnya.

Wassalamu 'alaikum wr wb.

Bandung, 31 Agustus 2013
Ketua Panitia

M. Afrilianto, S.Pd., M.Pd

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
KATA SAMBUTAN	ii
DAFTAR ISI	iii

PEMBICARA UTAMA

MENYONGSONG PELAKSANAAN KURIKULUM 2013 Bidang Matematika dan Pendidikan Matematika Oleh : Widodo	1
<i>DIDACTICAL DESIGN RESEARCH</i> (DDR) DALAM PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA Oleh : Didi Suryadi	3
MEMBANGUN KEPERCAYAAN DIRI SISWA MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA HUMANIS Oleh : Dr. H. Heris Hendriana, M.Pd.	13

MATEMATIKA

RELIABILITAS MULTIDIMENSI INSTRUMEN KEPUASAN MAHASISWA SEBAGAI PELANGGAN INTERNAL (Aplikasi Analisis Faktor Konfirmatori) Oleh : Gaguk Margono	21
PENGUJIAN ALJABAR ABSTRAK <i>RING, FIELD</i> MENGGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER Oleh : Ngarap Im Manik, Fortuanatadewi, Don Tasman	33
PENERAPAN METODE TWO-SIDED SIDE MATCH UNTUK PENGAMANAN SOAL UJIAN Oleh : Ngarap Im Manik, Raymond Rulin	46
PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINEAR <i>FUZZY</i> KOMPLEKS MENGGUNAKAN METODE DEKOMPOSISI QR Oleh : Yuslenita Muda, Syafrina.....	56
PENENTUAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN DALAM <i>COST REDUCTION</i> MENGGUNAKAN MODEL <i>ECONOMIC ORDER QUANTITY</i> (EOQ) <i>BACKORDER</i> DENGAN <i>SHORTAGE</i> Oleh : Elis Ratna Wulan, Permadi Lukman	64
PENYAJIAN GRUP DIHEDRAL TAK HINGGA DAN APLIKASINYA DALAM <i>ALIASING</i> SINYAL BERNILAI REAL Oleh : Edi Kurniadi	70
APLIKASI TEOREMA CAYLEY- HAMILTON DALAM MENENTUKAN INVERS MATRIKS BUJURSANGKAR Oleh : Euis Hartini	74

PENDIDIKAN MATEMATIKA

PENILAIAN DAN PERMASALAHANNYA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA Oleh : ET. Ruseffendi	79
BUDAYA MENELITI DI KALANGAN PARA GURU MATEMATIKA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PEMBELAJARAN Oleh : Euis Eti Rohaeti	83
PERANAN MATEMATIKA DALAM MENUMBUHKAN KARAKTER SISWA Oleh : Asep Ikin Sugandi	88
MENINGKATKAN PEMAHAMAN MAHASISWA DALAM MATA KULIAH KALKULUS DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN INVESTIGASI Oleh : Dianne Amor Kusuma	96

MENINGKATKAN PENALARAN SISWA SMP MELALUI PENDEKATAN KONTEKSTUAL Oleh : Eka Dianti Usman	100
MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI DAN BERPIKIR LOGIS SERTA DISPOSISI MATEMATIK SISWA SMA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH Oleh : Wahyu Hidayat	104
URGENSI PEMBELAJARAN <i>CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING</i> BERBASIS KEARIFAN LOKAL DALAM MENGEMBANGKAN KONSEP DASAR MATEMATIKA Oleh : Wahid Umar, Wahab M. Nur	114
PENGUNAAN STRATEGI PETA KONSEP PADA PERKULIAHAN ALJABAR LINIER Oleh : Rahayu Kariadinata	129
PENGUNAAN METODE PEMBELAJARAN “BDR” (BERPIKIR, DISKUSI, REFLEKSI) PADA MATA KULIAH KAPITA SELEKTA MATEMATIKA SMA 2 DALAM UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN SOAL MATEMATIKA SMA KELAS XI IPA SEMESTER GENAP Oleh : Dian Mardiani	137
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA SD MELALUI PENDEKATAN SAVI Oleh : Haerudin	144
PERAMALAN PRODUKSI PADI SAWAH JAWA BARAT MENGGUNAKAN METODE <i>DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING</i> Oleh : Yuyu Nurhayati Rahayu	156
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA SMU DAN ALIYAH MELALUI PEMBELAJARAN <i>OPEN ENDED</i> Oleh : Yani Ramdani	166
PENINGKATAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA MTs DENGAN MENGGUNAKAN <i>VIRTUAL MANIPULATIVE</i> DALAM <i>CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING (CTL)</i> Oleh : Luvy Sylviana Zanthi	173
IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>WRITE-PAIR-SWITCH</i> UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA Oleh : Tommy Adithya, Abdul Muin	180
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMPN 9 PAMULANG Oleh : Yumiati	189
PERTANYAAN YANG MEMICU KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA Oleh : Saleh Haji	196
ANALISIS MOTIVASI BELAJAR SISWA MA PEMBANGUNAN UIN JAKARTA PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA Oleh : Benni Al Azhri, Abdul Muin	203
MENINGKATKAN KEMAMPUAN <i>SPATIAL SENSE</i> DAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIK SISWA SMA MELALUI PENDEKATAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN KOMPUTER Oleh : Encep Nurkholis	211
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DAN SIKAP MAHASISWA PADA HASIL BELAJAR LOGIKA MATEMATIKA (Eksperimen Mahasiswa Teknik Informatika Semester II Tahun 2009/2010 Univeristas Indraprasta PGRI) Oleh : Sudiyah Anawati	221
<i>DESIGN RESEARCH</i> :MENGUKUR KEPADATAN BILANGAN DESIMAL Oleh : Ekasatya Aldila Afriansyah	228

UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS MELALUI PEMBELAJARAN KOOPERATIF BERBANTUAN MAPLE Oleh : Undang Indrajaya	237
PERBEDAAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA DENGAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL (<i>CTL</i>) DAN KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS (Studi Eksperimen di SMK Kota Tangerang) Oleh : Ishaq Nuriadin	249
APLIKASI SOFTWARE CABRI GEOMETRI PADA MATERI GEOMETRI SEBAGAI UPAYA MENGEKPLORASI KEMAMPAUAN MATEMATIS Oleh : Samsul Maarif	261
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PACE</i> DALAM MENINGKATKAN <i>ADVANCED MATHEMATICAL THINKING</i> Oleh : Andri Suryana	272
Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis dan <i>Self Efficacy</i> Mahasiswa Melalui <i>Brain-Based Learning</i> Berbantuan Web Oleh : Nuriana Rachmani Dewi (Nino Adhi)	280
KREATIFITAS MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA MELALUI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK (<i>Project Based Learning (PjBL)</i>) PADA MATA KULIAH PROGRAM KOMPUTER Oleh : Dede Trie Kurniawan	289
PENERAPAN METODE <i>THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING (TAPPS)</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIK SISWA SMP (Penelitian Eksperimen pada Siswa Kelas VIII di Salah Satu SMPN di Bandung) Oleh : Yuniawatika	299
POLA DAN KEKELIRUAN MATEMATIKA, TINJAUAN TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN Oleh : Wahidin	305
MENINGKATKAN <i>ADVANCED MATHEMATICAL THINKING</i> MAHASISWA DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN APOS Oleh : Elda Herlina	315
PERBANDINGAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA DENGAN METODE <i>BRAIN-STORMING</i> DAN PENDEKATAN EKSPOSITORI Oleh : Siti Chotimah	328
HUBUNGAN ANTARA STRATEGI METAKOGNITIF DAN KOMUNIKASI MATEMATIS Oleh : Maria Agustina Kleden	338
MEMBENTUK KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN REFLEKTIF Oleh : Rohana	345
ASPEK PEMBELAJARAN <i>GeMA</i> PADA AKTIVITAS DAN KETUNTASAN BELAJAR SISWA, TINJAUAN TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIK Oleh : Sigid Edy Purwanto, Wahidin	356
PENINGKATAN KEMAMPUAN KELANCARAN BERPROSEDUR MATEMATIS SISWA SMP DENGAN STRATEGI <i>THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING (TAPPS)</i> Oleh : Tina Rosyana	365
KEMAMPUAN ARGUMENTASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA Oleh : R. Bambang Aryan Soekisno	372
KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA DALAM MATERI ANALISIS REGRESI LINIER Oleh : Georgina Maria Tinungki	381

PENERAPAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK SECARA BERKELOMPOK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMP Oleh : Nelly Fitriani	387
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP MELALUI MODEL PEMBELAJARAN GENERATIF Oleh : Rati Yulviana Zulkarnain	393
PENERAPAN PEMBELAJARAN GENERATIF (<i>GENERATIVE LEARNING</i>) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA SMP Oleh : Eva Dwi Minarti	400
<i>MATHEMATICAL MODELING</i> DALAM PENDIDIKAN MATEMATIKA Oleh : Tata	408
PEMBELAJARAN GEOMETRI DENGAN PENDEKATAN SAVI BERBANTUAN WINGEOM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN GENERALISASI MATEMATIS SISWA SMP Oleh : Harry Dwi Putra	415
<i>SOFTWARE GEOMETER'S SKETCHPAD</i> BERKARAKTERISTIK PENDEKATAN MATEMATIKA REALISTIK MENGHANTAR SISWA SMP PADA PENCAPAIAN TINGKAT PENGUASAAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN GEOMETRIS SANGAT TINGGI Oleh : Marchasan Lexbin	426
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI MATEMATIS MELALUI PEMBELAJARAN CIRC Oleh : Cita Dwi Rosita	435
IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN <i>DOUBLE LOOP PROBLEM SOLVING</i> UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI STRATEGIS SISWA SMP Oleh : Devi Nurul Yuspriyati	442
MENINGKATKAN KEMAMPUAN ANALOGI MATEMATIS SISWA SMP DENGAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING Oleh : Anik Yuliani	449

PEMBICARA UTAMA

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA**

Program Studi Pendidikan Matematika
Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan
(STKIP) Siliwangi Bandung

MENYONGSONG PELAKSANAAN KURIKULUM 2013

Bidang Matematika dan Pendidikan Matematika

W I D O D O

PPPPTK Matematika
widodo_mathugm@yahoo.com

ABSTRAK

Pendidik (guru, widyaiswara, dosen) merupakan unsur yang sangat penting dan memiliki peran strategis dalam meningkatkan mutu pendidikan. Sejak diberlakukannya sertifikasi guru tahun 2007, guru merupakan suatu profesi, sehingga seorang guru diharuskan melakukan tugasnya secara profesional. Tantangan peningkatan kompetensi guru berkembang seiring meningkatnya tuntutan terhadap kualitas pendidikan. Guru dituntut mengembangkan kompetensi secara berkelanjutan sehingga mampu menjalankan tugas profesionalnya.

Peraturan Menteri Negara (Permenreg) PAN dan RB Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya menghadirkan paradigma baru pengembangan kompetensi guru. Tugas guru tidak hanya mengajar, membimbing dan menilai, tetapi juga harus melakukan PKB yang meliputi pengembangan diri, publikasi ilmiah, dan karya inovatif. Permenreg PAN dan RB Nomor 16 Tahun 2009 ini diberlakukan mulai tahun 2013. Seiring dengan itu tahun 2013 mulai diterapkan kurikulum baru pada pendidikan dasar dan menengah, yaitu Kurikulum 2013. Kurikulum baru ini merupakan bagian dari strategi menghasilkan generasi emas Indonesia yang diharapkan mampu menjawab tantangan jaman. Guru profesional menjadi simpul penting bagi keberhasilan implementasi Kurikulum 2013 ini.

Dalam makalah ini disampaikan perkembangan kurikulum sekolah di Indonesia, perubahan Kurikulum 2013, keseimbangan pengetahuan-ketrampilan-sikap, ruang lingkup SKL, perubahan yang harus terjadi di kelas matematika, yang perlu kita lakukan dalam bidang matematika, dan contoh-contoh penemuan terbimbing (*guided invention*) dalam pembelajaran matematika.

DIDACTICAL DESIGN RESEARCH (DDR) DALAM PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Didi Suryadi

Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Proses berpikir yang dilakukan guru terjadi pada tiga fase yaitu sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran. Hasil analisis dari proses tersebut berpotensi menghasilkan disain didaktis inovatif, dan ketiga proses tersebut dapat diformulasikan sebagai rangkaian langkah untuk menghasilkan disain didaktis baru. Rangkaian aktivitas tersebut diformulasikan sebagai Penelitian Disain Didaktis atau *Didactical Design Research (DDR)*. Penelitian Disain Didaktis pada dasarnya terdiri atas tiga tahap yaitu: (1) analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang wujudnya berupa Disain Didaktis Hipotetis termasuk ADP, (2) analisis metapedadidaktik, dan (3) analisis retrospektif yakni analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotetis dengan hasil analisis metapedadidaktik. Dari ketiga tahapan ini akan diperoleh Disain Didaktis Empirik yang tidak tertutup kemungkinan untuk terus disempurnakan melalui tiga tahapan *DDR* tersebut.

Pendahuluan

Proses berpikir guru dalam konteks pembelajaran terjadi pada tiga fase yaitu sebelum pembelajaran, pada saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran. Kecenderungan proses berpikir sebelum pembelajaran yang lebih berorientasi pada penjabaran tujuan berdampak pada proses penyiapan bahan ajar serta minimnya antisipasi terutama yang bersifat didaktis. Penyiapan bahan ajar pada umumnya hanya didasarkan pada model sajian yang tersedia dalam buku-buku acuan tanpa melalui proses rekontekstualisasi dan repersonalisasi. Padahal, sajian materi matematika dalam buku acuan, baik berupa uraian konsep, pembuktian, atau penyelesaian contoh masalah, sebenarnya merupakan sintesis dari suatu proses panjang yang berakhir pada proses dekontekstualisasi dan depersonalisasi. Selain itu, proses belajar matematika yang cenderung diarahkan pada berpikir imitatif, berdampak pada kurangnya antisipasi didaktis yang tercermin dalam persiapan yang dilakukan guru. Rencana pembelajaran biasanya kurang mempertimbangkan keragaman respon siswa atas situasi didaktis yang dikembangkan sehingga rangkaian situasi didaktis yang dikembangkan berikutnya kemungkinan besar tidak lagi sesuai dengan keragaman lintasan belajar (*learning trajectory*) masing-masing siswa. Lebih jauh, proses belajar matematika yang idealnya dikembangkan mengarah pada proses re-dekontekstualisasi dan re-depersonalisasi belum menjadi pertimbangan utama bagi para guru di lapangan.

Kurangnya antisipasi didaktis yang tercermin dalam perencanaan pembelajaran, dapat berdampak kurang optimalnya proses belajar bagi masing-masing siswa. Hal tersebut antara lain disebabkan sebagian respon siswa atas situasi didaktik yang dikembangkan di luar jangkauan pemikiran guru atau tidak tereksplor sehingga kesulitan belajar yang muncul beragam tidak direspon guru secara tepat atau tidak direspon sama sekali yang akibatnya proses belajar bisa tidak terjadi.

Salah satu upaya guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran adalah melalui refleksi tentang keterkaitan rancangan dan proses pembelajaran yang sudah dilakukan. Jika pembelajaran yang dikembangkan lebih berorientasi pada pencapaian tujuan, maka substansi refleksi cenderung berorientasi pada hal tersebut, sehingga permasalahan terkait keragaman proses, hambatan, dan lintasan belajar siswa bisa jadi bukan merupakan substansi utama dari refleksi tersebut. Dengan demikian, alternatif situasi didaktis dan pedagogis yang ditawarkan untuk perbaikan belum tentu merupakan hal yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan terkait proses berpikir guru dalam ketiga fase tersebut, pada tulisan ini akan diformulasikan sebuah metodologi penelitian disain didaktis dalam pengembangan pembelajaran matematika. Tulisan akan diawali uraian tentang proses berpikir dalam pelaksanaan pembelajaran yang kemudian akan disebut sebagai analisis metapedadidaktik. Berdasarkan uraian ini selanjutnya akan diformulasikan langkah-langkah dasar dari Penelitian Disain Didaktis atau *Didactical Design Research* (DDR).

Metapedadidaktik

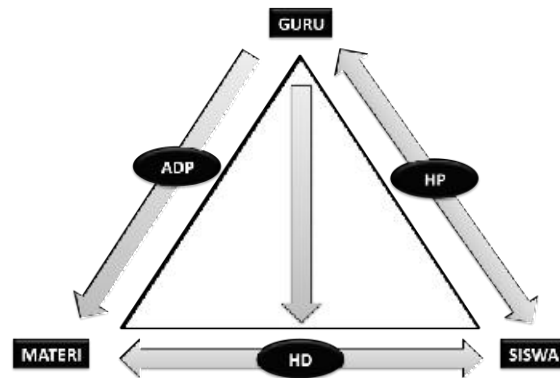
Berdasarkan hasil penelitian Suryadi (2005) tentang pengembangan berpikir matematis tingkat tinggi melalui pendekatan tidak langsung, terdapat dua hal mendasar yang perlu pengkajian serta penelitian lebih lanjut dan mendalam yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan guru-siswa. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa untuk mendorong terjadinya suatu aksi mental, proses pembelajaran harus diawali sajian masalah yang memuat tantangan bagi siswa untuk berpikir. Masalah tersebut dapat berkaitan dengan penemuan konsep, prosedur, strategi penyelesaian masalah, atau aturan-aturan dalam matematika. Jika aksi mental yang diharapkan tidak terjadi, yakni ditandai oleh ketidakmampuan siswa menjelaskan keterkaitan antar obyek mental yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi, maka guru dapat melakukan intervensi tidak langsung melalui penerapan teknik *scaffolding* (tindakan didaktis) serta dorongan untuk terjadinya interaksi antar siswa (tindakan pedagogis).

Dalam penelitian tersebut, aspek-aspek mendasar sekitar proses pembentukan obyek mental baru belum dikaji secara lebih mendalam dari sudut pandang teori situasi didaktis sebagaimana yang dikemukakan Brousseau (1997). Menurut teori ini, tindakan didaktis seorang guru dalam proses pembelajaran akan menciptakan sebuah situasi yang dapat menjadi titik awal bagi terjadinya proses belajar. Walaupun situasi yang tersedia tidak serta merta menciptakan proses belajar, akan tetapi dengan suatu pengkondisian misalnya melalui teknik *scaffolding*, proses tersebut sangat mungkin bisa terjadi. Jika proses belajar terjadi, maka akan muncul situasi baru yang diakibatkan aksi siswa sebagai respon atas situasi sebelumnya. Situasi baru yang terjadi bisa bersifat tunggal atau beragam tergantung dari *milieu* atau seting aktivitas belajar yang dirancang guru. Semakin beragam *milieu* yang terbentuk, maka akan semakin beragam pula situasi yang terjadi sehingga proses pembelajaran menjadi sangat kompleks.

Kompleksitas situasi didaktis sangat potensial untuk menciptakan interaktivitas antar individu dalam suatu *milieu* atau antar *milieu*. Interaktivitas tersebut pada dasarnya merupakan hal yang baik, akan tetapi perlu diingat bahwa tidak setiap interaksi dapat memunculkan *collaborative learning* yang mampu menjamin terjadinya lompatan belajar. Selain itu, perlu diingat pula bahwa dalam setiap situasi didaktis serta interaktivitas yang menyertainya akan muncul proses *coding* dan *decoding* yang tidak tertutup kemungkinan bisa menyebabkan terjadinya distorsi informasi. Hal ini tentu saja akan menjadi masalah sangat serius dalam proses belajar selanjutnya dan secara psikologis bisa menjadi penyebab terjadinya prustasi pada diri siswa atau mereka menjadi tidak fokus dalam belajar. Dengan demikian, permasalahan yang muncul di luar situasi didaktis yakni yang terkait dengan hubungan guru-siswa merupakan hal yang tidak kalah pentingnya untuk dikaji sehingga kualitas pembelajaran matematika dapat senantiasa ditingkatkan. Situasi yang terkait dengan hubungan guru-siswa selanjutnya akan disebut sebagai situasi pedagogis (*pedagogical situation*).

Dua aspek mendasar dalam proses pembelajaran matematika sebagaimana dikemukakan di atas yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan guru-siswa, ternyata dapat menciptakan suatu situasi didaktis maupun pedagogis yang tidak sederhana bahkan seringkali terjadi sangat kompleks. Hubungan Guru-Siswa-Materi digambarkan oleh Kansanen (2003) sebagai sebuah Segitiga Didaktik yang menggambarkan hubungan didaktis (HD) antara siswa dan materi, serta hubungan pedagogis (HP) antara guru dan siswa. Ilustrasi segitiga didaktik dari Kansanen tersebut belum memuat hubungan guru-materi dalam konteks pembelajaran. Dalam pandangan penulis, hubungan didaktis dan pedagogis tidak bisa dipandang secara parsial melainkan perlu dipahami secara utuh karena pada kenyataannya kedua hubungan tersebut dapat terjadi secara bersamaan. Dengan

demikian, seorang guru pada saat merancang sebuah situasi didaktis, sekaligus juga perlu memikirkan prediksi respons siswa atas situasi tersebut serta antisipasinya sehingga tercipta situasi didaktis baru. Antisipasi tersebut tidak hanya menyangkut hubungan siswa-materi, akan tetapi juga hubungan guru-siswa baik secara individu maupun kelompok atau kelas. Atas dasar hal tersebut, maka pada segitiga didaktis Kansanen perlu ditambahkan suatu hubungan antisipatif guru-materi yang selanjutnya bisa disebut sebagai Antisipasi Didaktis dan Pedagogis (ADP) sebagaimana diilustrasikan pada gambar segitiga didaktis Kansanen yang dimodifikasi berikut ini (*Gambar1*).

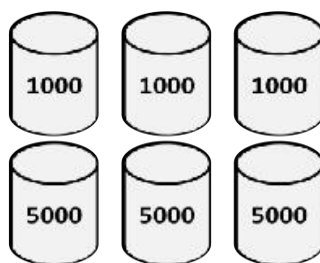


Gambar 1. Segitiga Didaktis yang Dimodifikasi

Peran guru paling utama dalam konteks segitiga didaktis ini adalah menciptakan suatu situasi didaktis (*didactical situation*) sehingga terjadi proses belajar dalam diri siswa (*learning situation*). Ini berarti bahwa seorang guru selain perlu menguasai materi ajar, juga perlu memiliki pengetahuan lain yang terkait dengan siswa serta mampu menciptakan situasi didaktis yang dapat mendorong proses belajar secara optimal. Dengan kata lain, seorang guru perlu memiliki kemampuan untuk menciptakan relasi didaktis (*didactical relation*) antara siswa dan materi ajar sehingga tercipta suatu situasi didaktis ideal bagi siswa.

Dalam suatu proses pembelajaran, seorang guru biasanya mengawali aktivitas dengan melakukan suatu aksi misalnya dalam bentuk menjelaskan suatu konsep, menyajikan permasalahan kontekstual, atau menyajikan suatu permainan matematik. Berdasarkan aksi tersebut selanjutnya terciptalah suatu situasi yang menjadi sumber informasi bagi siswa sehingga terjadi proses belajar. Dalam proses belajar ini siswa melakukan aksi atas situasi yang ada sehingga tercipta situasi baru yang selanjutnya akan menjadi sumber informasi bagi guru. Aksi lanjutan guru sebagai respon atas aksi siswa terhadap situasi didaktis sebelumnya, akan menciptakan situasi didaktis baru. Dengan demikian, situasi didaktis pada kenyataannya akan bersifat dinamis, senantiasa berubah dan berkembang sepanjang periode pembelajaran. Jika *milieu* tidak bersifat tunggal, maka dinamika situasi didaktis ini akan menciptakan situasi belajar yang kompleks sehingga guru perlu melakukan tindakan pedagogis untuk terciptanya situasi pedagogis yang mampu mensinergikan setiap potensi siswa.

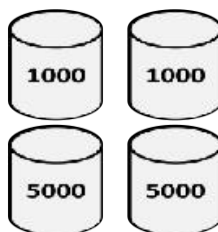
Untuk menggambarkan penjelasan di atas dalam situasi nyata, berikut akan diilustrasikan sebuah kasus pembelajaran matematika di SMP dengan materi ajar faktorisasi. Berdasarkan skenario yang dirancang guru, pembelajaran diawali sajian masalah sebagai berikut. Tersedia tiga gelas masing-masing berisi uang Rp. 1000,00 dan tiga gelas lainnya masing-masing berisi uang Rp. 5000,00. Siswa diminta menemukan sedikitnya tiga cara untuk menentukan nilai total uang yang ada dalam gelas. Untuk membantu proses berpikir siswa, guru menyajikan ilustrasi berupa gambar (*Gambar 2*) yang cukup terstruktur sehingga situasi didaktis yang dirancang mampu mendorong proses berpikir kearah yang diharapkan.



Gambar 2. Ilustrasi Masalah Pertama

Dengan bantuan ilustrasi ini, guru memperkirakan akan ada tiga macam respon siswa yaitu: (1) $1000 + 1000 + 1000 + 5000 + 5000 + 5000$, (2) $3 \times 1000 + 3 \times 5000$, dan (3) $3(1000 + 5000)$ atau $3 \times (6000)$. Walaupun ketiga macam respon yang diperkirakan ternyata semuanya muncul, akan tetapi siswa ternyata memiliki pikiran berbeda dengan perkiraan guru yaitu $6000 + 6000 + 6000$ atau 3×6000 . Prediksi yang diajukan guru tentu saja dipengaruhi materi yang diajarkan yaitu faktorisasi, sehingga dapat dipahami apabila respon yang diharapkan juga dikaitkan dengan konsep faktorisasi suku aljabar. Adanya distorsi antara hasil *linguistic coding* yang dilakukan guru dan *decoding* yang dilakukan siswa merupakan hal wajar dan seringkali terjadi. Dengan demikian, keberadaan respon siswa terakhir, walaupun tidak terlalu relevan, tidak perlu dipandang sebagai masalah. Walaupun guru tetap menghargai setiap respon siswa termasuk yang kurang relevan bahkan mungkin salah, akan tetapi dia perlu memilih respon yang perlu ditindak lanjuti sehingga tercipta situasi didaktik baru.

Pada kasus pembelajaran ini, guru mencoba memanfaatkan tiga macam respon sebagaimana yang diperkirakan semula. Melalui diskusi kelas, selanjutnya diajukan sejumlah pertanyaan sehingga siswa berusaha menjelaskan hubungan antara ketiga representasi matematis tersebut. Berdasarkan penjelasan yang dikemukakan siswa, faktor 3 pada representasi kedua diperoleh dari banyaknya angka 1000 dan 5000 yaitu masing-masing tiga buah. Karena masing-masing suku pada representasi kedua mengandung faktor yang sama yaitu 3, maka representasi tersebut dapat disederhanakan menjadi representasi ketiga. Hasil diskusi ini sekilas menunjukkan adanya pemahaman siswa mengenai konsep faktorisasi suku aljabar. Namun demikian, dari masalah serupa yang diajukan berikutnya oleh guru, ternyata masih ada sejumlah siswa yang masih menggunakan representasi pertama untuk memperoleh nilai total uang yang ada dalam gelas. Masalah tersebut adalah sebagai berikut. Tersedia dua gelas masing-masing berisi uang Rp. 1000,00 dan dua gelas lainnya masing-masing berisi uang Rp. 5000,00. Siswa diminta menemukan dua cara untuk menentukan nilai total uang yang ada dalam gelas. Seperti pada soal pertama, guru menyajikan ilustrasi (*Gambar 3*) yang serupa seperti gambar sebelumnya.

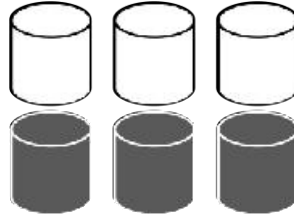


Gambar 3. Ilustrasi Masalah Kedua

Melalui penyajian soal kedua ini, guru mengharapkan akan muncul dua macam representasi yaitu: (1) $2 \times 1000 + 2 \times 5000$, dan (2) $2 \times (1000 + 5000)$ atau 2×6000 . Namun demikian, dari respon yang diberikan siswa ternyata tidak hanya kedua representasi tersebut yang muncul, akan tetapi masih ada sejumlah siswa yang menggunakan representasi pertama seperti pada soal sebelumnya untuk menentukan nilai total uang yang ada dalam gelas. Ini menunjukkan bahwa situasi didaktis yang dirancang guru tidak serta merta bisa membuat siswa belajar.

Untuk membantu proses berpikir siswa agar lebih fokus pada penggunaan faktor suku aljabar sekaligus memperkenalkan konsep variabel, selanjutnya guru menyajikan soal berikut. Terdapat tiga buah gelas yang masing-masing berisi uang yang besarnya sama akan tetapi tidak diketahui

berapa besarnya. Selain itu, terdapat tiga buah gelas lainnya yang masing-masing berisi uang yang besarnya sama akan tetapi juga tidak diketahui berapa besarnya. Jika banyaknya uang pada kelompok gelas pertama dan kedua tidak sama, berapakah nilai total uang yang ada dalam enam gelas tersebut? Temukan tiga cara berbeda untuk menentukan nilai total uang yang ada dalam gelas. Untuk membantu proses berpikir siswa, guru menyediakan ilustrasi berupa gambar gelas yang tidak terlihat isinya disusun dalam dua kelompok (*Gambar 4*).



Gambar 4. Ilustrasi Masalah Ketiga

Untuk soal ketiga ini, terdapat tiga kemungkinan yang diperkirakan guru akan muncul sebagai respon siswa yaitu: (1) $x + x + x + y + y + y$, (2) $3x + 3y$, dan (3) $3(x + y)$. Dari respon siswa yang teramati, ternyata penggunaan variabel sebagaimana yang diperkirakan guru tidak langsung muncul. Respon yang muncul dari sebagian besar siswa adalah representasi model kedua tetapi tidak menggunakan variabel, melainkan dengan cara sebagai berikut:

(1) $3 \times$ banyaknya uang dalam gelas putih + $3 \times$ banyaknya uang dalam gelas hitam.

(2) 3  + 3 

Walaupun respon atas masalah terakhir ini tidak sepenuhnya sesuai dengan prediksi guru, akan tetapi melalui diskusi kelas dengan cara: (1) mengaitkan respon terakhir ini dengan representasi matematis yang diperoleh pada soal pertama dan kedua, dan (2) mempertanyakan kemungkinan penggantian kalimat panjang pada representasi pertama atau lambang gelas pada representasi kedua dengan huruf tertentu misalnya a , b , c atau x , y , z , maka pada akhirnya siswa bisa memahami bahwa solusi atas masalah yang diajukan bisa direpresentasikan sesuai dengan yang diharapkan guru.

Setelah siswa diperkenalkan dengan konsep variabel, selanjutnya guru menyajikan soal keempat yaitu sebagai berikut. Terdapat a buah gelas yang masing-masing berisi uang sebesar x rupiah, dan terdapat a buah gelas yang masing-masing berisi uang sebesar y rupiah. Tentukan dua cara menghitung total nilai uang yang ada dalam seluruh gelas. Walaupun masih ada siswa yang belum memahami inti materi yang dipelajari melalui aktivitas belajar sebagaimana yang sudah dijelaskan, akan tetapi melalui interaktivitas yang diciptakan guru, pada akhirnya mereka bisa sampai pada representasi matematis yang diharapkan yaitu: (1) $ax + ay$ dan (2) $a(x + y)$.

Dari kasus pembelajaran yang diuraikan di atas, terdapat beberapa hal penting yang perlu digaris bawahi terkait dengan situasi didaktis yang diciptakan guru. Pertama, aspek kejelasan masalah dilihat dari model sajian maupun keterkaitan dengan konsep yang diajarkan. Masalah yang dihadapkan kepada siswa disajikan dalam dua cara yaitu model kongkrit dengan memanfaatkan beberapa gelas dan uang, serta model ilustrasi berupa gambar terstruktur. Walaupun masih terdapat respon siswa yang kurang sesuai dengan prediksi guru, akan tetapi teknik *scaffolding* yang digunakan guru mampu mengubah situasi didaktis yang ada sehingga proses berpikir siswa menjadi lebih terarah. Model sajian bersifat kongkrit dan terstruktur ternyata cukup efektif dalam membantu proses berpikir siswa, sehingga respon mereka terhadap masalah yang diberikan pada umumnya muncul sesuai harapan guru. Pada sajian pertama guru nampaknya berusaha memperkenalkan konsep suku sejenis disertai proses penyederhanaan dengan memanfaatkan konsep faktor persekutuan terbesar. Proses tersebut lebih diperkuat lagi pada sajian masalah kedua yang lebih sederhana dengan harapan siswa bisa lebih fokus pada aspek faktorisasi suku aljabar.

Kedua, aspek prediksi respon siswa atas setiap masalah yang disajikan. Prediksi respon siswa tersebut disajikan dalam skenario pembelajaran yang merupakan bagian dari rencana pembelajaran

yang disiapkan guru. Prediksi tersebut merupakan bagian yang sangat penting dalam menciptakan situasi didaktis yang dinamis karena hal itu dapat digunakan guru sebagai kerangka acuan untuk memudahkan dalam membantu proses berpikir siswa. Teknik *scaffolding* yang digunakan guru pada dasarnya merupakan upaya untuk membantu proses berpikir siswa dengan senantiasa berpegang pada kerangka acuan tersebut.

Ketiga, aspek keterkaitan antar situasi didaktis yang tercipta pada setiap sajian masalah berbeda. Untuk menjaga konsistensi proses berpikir, guru menggunakan konteks yang sama secara konsisten, yakni menentukan total nilai uang yang ada dalam sejumlah gelas, pada setiap masalah mulai dari yang bersifat kongkrit sampai abstrak. Keterkaitan antar situasi didaktis tersebut juga berkenaan dengan konsep yang diperkenalkan yaitu faktorisasi suku aljabar melalui sajian variasi masalah dengan tingkat keabstrakan yang semakin meningkat. Aspek keterkaitan tersebut memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengembangan obyek mental baru karena aksi-aksi mental yang diperlukan dapat terjadi dengan baik sebagai akibat adanya konsistensi penggunaan konteks serta keterkaitan antar situasi didaktis yang dikembangkan.

Keempat, aspek pengembangan intuisi matematis. Menurut pandangan ahli intuisi inferensial, intuisi dapat dimaknai sebagai suatu bentuk penalaran yang dipandu oleh adanya interaksi dengan lingkungan (Ben-Zeev dan Star, 2005). Walaupun penalaran tersebut lebih bersifat intuitif atau tidak formal, akan tetapi dalam situasi didaktis tertentu keberadaannya sangatlah diperlukan terutama untuk membantu terjadinya aktivitas mental mengarah pada pembentukan obyek mental baru. Dalam ilustrasi pembelajaran di atas, lingkungan belajar yang dikonstruksi dengan menggunakan benda-benda nyata serta ilustrasi ternyata sangat efektif menumbuhkan intuisi matematis siswa yang secara langsung memanfaatkan ilustrasi yang tersedia. Representasi informal yang diajukan siswa berdasarkan intuisi matematis yang dimiliki ternyata dapat menjadi landasan yang tepat untuk mengarahkan proses berpikir siswa pada representasi matematis lebih formal.

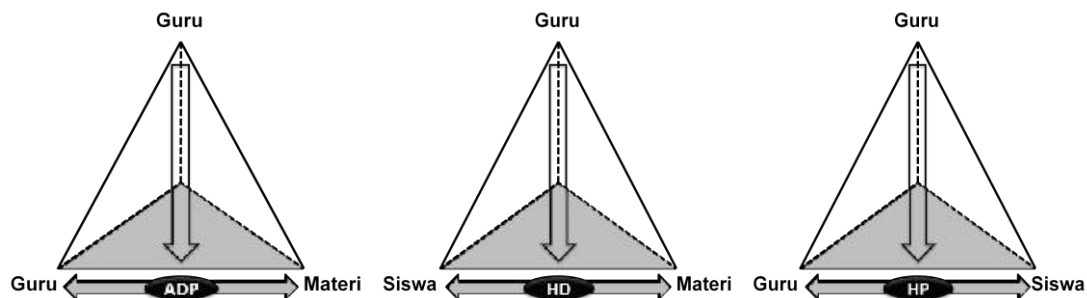
Kasus pembelajaran di atas juga memberikan gambaran tentang situasi pedagogis yang dikembangkan guru. Dalam mengembangkan *milieu* sepanjang proses pembelajaran, guru senantiasa memberi kesempatan bagi siswa untuk mengawali aktivitas belajar secara individual. Interaktivitas yang dikembangkan guru lebih didasarkan atas kebutuhan siswa dalam mencapai tingkat perkembangan potensinya yakni pada saat mereka menghadapi kesulitan. Hal ini antara lain dilakukan dengan mendorong siswa yang teridentifikasi mengalami kesulitan untuk bertanya kepada siswa lain yang sudah bisa atau sudah lebih paham tentang masalah yang dihadapi. Disadari bahwa terdapat potensi yang berbeda-beda pada setiap diri siswa, maka selama proses pembelajaran guru senantiasa berkeliling untuk mengidentifikasi potensi serta kesulitan yang dihadapi siswa sehingga pada proses selanjutnya hal tersebut dapat digunakan untuk menciptakan interaktivitas yang lebih sinergis.

Ada beberapa catatan menarik berkenaan dengan situasi pedagogis yang dikembangkan dan perlu digaris bawahi. Pertama, seting kelas berbentuk U dengan siswa duduk secara berkelompok (empat atau tiga orang). Seting kelas seperti ini ternyata dapat menciptakan situasi pedagogis lebih kondusif karena mobilitas guru menjadi lebih mudah sehingga siswa dapat terakses secara lebih merata. Situasi seperti ini juga memudahkan siswa dalam melakukan interaksi baik dalam kelompok maupun antar kelompok. Kedua, aktivitas belajar yang dilakukan secara bervariasi yaitu individual, interaksi dalam kelompok, interaksi antar kelompok, dan aktivitas kelas. Hal ini memberikan kemungkinan bagi setiap siswa untuk melakukan proses belajar secara optimal sehingga hak belajar mereka menjadi lebih terjamin. Dalam situasi pedagogis seperti ini serta dorongan yang diberikan guru untuk melakukan interaksi sehingga *collabotative learning* bisa terjadi baik dalam kelompok, antar kelompok, maupun melalui diskusi kelas yang dipimpin guru. Ketiga, kepedulian guru terhadap siswa. Kepedulian ini ditunjukkan antara lain melalui upaya kontak langsung dengan siswa baik secara individu maupun kelompok, memberikan kesempatan kepada siswa yang mengalami kesulitan untuk bertanya kepada siswa lain, dan memberi kesempatan kepada siswa untuk menjelaskan hasil pemikirannya kepada siswa lain dalam kelompok atau kelas.

Proses belajar matematika pada hakekatnya dapat dipandang sebagai suatu proses pembentukan obyek-obyek mental baru yang didasarkan atas proses pengaitan antar obyek mental yang sudah dimiliki sebelumnya. Proses tersebut dipicu oleh ketersediaan materi ajar rancangan guru sehingga terjadi situasi didaktis yang memungkinkan siswa melakukan aksi-aksi mental tertentu. Adanya keragaman respon yang diberikan siswa atas situasi didaktis yang dihadapi, menuntut guru untuk melakukan tindakan didaktis melalui teknik *scaffolding* yang bervariasi sehingga tercipta beberapa situasi didaktis berbeda. Kompleksitas situasi didaktis, merupakan tantangan tersendiri bagi guru untuk mampu menciptakan situasi pedagogis yang sesuai sehingga interaktivitas yang berkembang mampu mendukung proses pencapaian kemampuan potensial masing-masing siswa.

Untuk menciptakan situasi didaktis maupun pedagogis yang sesuai, dalam menyusun rencana pembelajaran guru perlu memandang situasi pembelajaran secara utuh sebagai suatu obyek (Brousseau, 1997). Dengan demikian, berbagai kemungkinan respon siswa baik yang memerlukan tindakan didaktis maupun pedagogis, perlu diantisipasi sedemikian rupa sehingga dalam kenyataan proses pembelajaran dapat tercipta dinamika perubahan situasi didaktis maupun pedagogis sesuai kapasitas, kebutuhan, serta percepatan proses belajar siswa.

Menyadari bahwa situasi didaktis dan pedagogis yang terjadi dalam suatu pembelajaran merupakan peristiwa yang sangat kompleks, maka guru perlu mengembangkan kemampuan untuk bisa memandang peristiwa tersebut secara komprehensif, mengidentifikasi dan menganalisis hal-hal penting yang terjadi, serta melakukan tindakan tepat sehingga tahapan pembelajaran berjalan lancar dan sebagai hasilnya siswa belajar secara optimal. Kemampuan yang perlu dimiliki guru tersebut selanjutnya akan disebut sebagai *metapedadidaktik* yang dapat diartikan sebagai kemampuan guru untuk: (1) memandang komponen-komponen segitiga didaktis yang dimodifikasi yaitu ADP, HD, dan HP sebagai suatu kesatuan yang utuh, (2) mengembangkan tindakan sehingga tercipta situasi didaktis dan pedagogis yang sesuai kebutuhan siswa, (3) mengidentifikasi serta menganalisis respon siswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang dilakukan, (4) melakukan tindakan didaktis dan pedagogis lanjutan berdasarkan hasil analisis respon siswa menuju pencapaian target pembelajaran. Karena *metapedadidaktik* ini terkait dengan suatu peristiwa pembelajaran, maka hal ini dapat digambarkan sebagai sebuah limas dengan titik puncaknya adalah guru yang memandang alas limas sebagai segitiga didaktis yang dimodifikasi (*Gambar 5*).



Gambar 5. Metapedadidaktik Dilihat dari Sisi ADP, HD, dan HP

Metapedadidaktik meliputi tiga komponen yang terintegrasi yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi. Komponen kesatuan berkenaan dengan kemampuan guru untuk memandang sisi-sisi segitiga didaktis yang dimodifikasi sebagai sesuatu yang utuh dan saling berkaitan erat. Sebelum peristiwa pembelajaran terjadi, guru tentu melakukan proses berpikir tentang skenario pembelajaran yang akan dilaksanakan. Hal terpenting yang dilakukan dalam proses tersebut adalah berkaitan dengan prediksi respon siswa sebagai akibat tindakan didaktis maupun pedagogis yang akan dilakukan. Berdasarkan prediksi tersebut selanjutnya guru juga berpikir tentang antisipasi atas berbagai kemungkinan yang akan terjadi, yakni, bagaimana jika respon siswa sesuai dengan prediksi guru, bagaimana jika hanya sebagian yang diprediksikan saja yang muncul, dan bagaimana pula jika apa yang diprediksikan ternyata tidak terjadi. Semua kemungkinan ini tentu harus sudah terpikirkan oleh guru sebelum peristiwa pembelajaran terjadi.

Dalam suatu peristiwa pembelajaran, guru tentu saja akan memulai aktivitas sesuai skenario yang memuat antisipasi didaktis dan pedagogis. Pada saat guru menciptakan sebuah situasi didaktis, terdapat tiga kemungkinan yang bisa terjadi terkait respon siswa atas situasi tersebut yaitu seluruhnya sesuai prediksi guru, sebagian sesuai prediksi, atau tidak ada satupun yang sesuai prediksi. Walaupun secara keseluruhan hanya ada tiga kemungkinan seperti itu, akan tetapi pada kenyataannya respon siswa tersebut tidak mungkin muncul seragam untuk setiap siswa. Artinya apabila respon siswa seluruhnya sesuai dengan prediksi guru, bukan berarti setiap siswa memberikan respon yang sama melainkan secara akumulasi respon yang diberikan siswa sesuai prediksi. Dengan kata lain, jika dilihat dari sisi siswanya, maka akan ada siswa yang memberikan respon sesuai prediksi, ada siswa yang sebagian responnya sesuai prediksi, ada yang responnya tidak sesuai prediksi, dan mungkin pula ada yang tidak memberikan respon. Situasi seperti ini tentu menjadi tantangan bagi guru untuk mampu mengidentifikasi setiap kemungkinan yang terjadi, menganalisis situasi tersebut, serta mengambil tindakan secara cepat dan tepat.

Tindakan yang diambil guru setelah melakukan analisis secara cepat terhadap berbagai respon yang muncul, bisa bersifat didaktis maupun pedagogis. Dalam kenyataannya, yang menjadi sasaran tindakan tersebut juga bisa bervariasi tergantung hasil analisis guru yaitu bisa kepada individu, kelompok, atau kelas. Akibat dari tindakan yang dilakukan tersebut tentu akan menciptakan situasi baru yang sangat tergantung pada jenis tindakan serta sasaran yang dipilih. Pada saat suatu situasi didaktis dan atau pedagogis terjadi, maka pada saat yang sama guru akan berpikir tentang respon siswa yang mungkin beragam, keterkaitan respon siswa dengan prediksi serta antisipasinya, dan tindakan apa yang akan diambil setelah sebelumnya melakukan identifikasi serta analisis yang cermat. Dengan demikian, selama proses pembelajaran berjalan guru akan senantiasa berpikir tentang keterkaitan antara tiga hal yaitu antisipasi didaktis-pedagogis, hubungan didaktis siswa-materi, dan hubungan pedagogis guru-siswa.

Komponen kedua dari metapedadidaktik adalah fleksibilitas. Skenario, prediksi respon siswa, serta antisipasinya yang sudah dipikirkan sebelum peristiwa pembelajaran terjadi pada hakekatnya hanyalah sebuah rencana yang belum tentu sesuai kenyataan. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, respon siswa tidak selalu sesuai prediksi guru sehingga berbagai antisipasi yang sudah disiapkan perlu dimodifikasi sepanjang perjalanan pembelajaran sesuai dengan kenyataan yang terjadi. Hal ini sangat penting untuk dilakukan sebagai konsekuensi logis dari pandangan bahwa pada hakekatnya siswa memiliki otoritas untuk mencapai suatu kemampuan sesuai kapasitasnya sendiri. Sementara guru sebagai fasilitator, hanya bisa melakukan tindakan didaktis atau pedagogis pada saat siswa benar-benar membutuhkan yaitu ketika berusaha mencapai kemampuan potensialnya. Dengan demikian, antisipasi yang sudah disiapkan perlu senantiasa disesuaikan dengan situasi didaktis maupun pedagogis yang terjadi.

Komponen ketiga adalah koherensi atau pertalian logis. Situasi didaktis yang diciptakan guru sejak awal pembelajaran tidaklah bersifat statis karena pada saat respon siswa muncul yang dilanjutkan dengan tindakan didaktis atau pedagogis yang diperlukan, maka akan terjadi situasi didaktis dan pedagogis baru. Karena kejadian tersebut berkembang sepanjang proses pembelajaran dan sasaran tindakan yang diambil guru bisa bersifat individual, kelompok, atau kelas, maka *milieu* yang terbentuk pastilah akan sangat bervariasi. Dengan demikian, situasi didaktis pun akan berkembang pada tiap *milieu* sehingga muncul situasi yang berbeda-beda. Namun demikian, perbedaan-perbedaan situasi yang terjadi harus dikelola sedemikian rupa sehingga perubahan situasi sepanjang proses pembelajaran dapat berjalan secara lancar mengarah pada pencapaian tujuan. Untuk mencapai hal tersebut, maka guru harus memperhatikan aspek pertalian logis atau koherensi dari tiap situasi sehingga proses pembelajaran dapat mendorong serta memfasilitasi aktivitas belajar siswa secara kondusif mengarah pada pencapaian hasil belajar yang optimal.

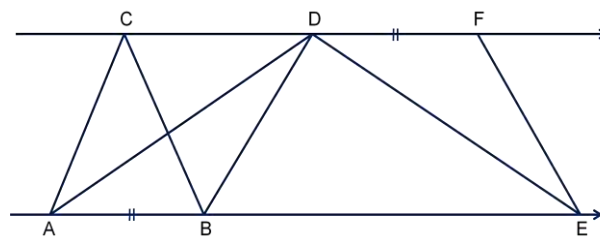
Gagasan tentang *tacit pedagogical knowing* dalam konteks profesionalitas guru yang diteliti oleh Toom (2006) memberikan gambaran bahwa *tacit pedagogical knowledge* yang diperoleh guru selama melaksanakan proses pembelajaran merupakan pengetahuan sangat berharga sebagai bahan refleksi untuk perbaikan kualitas pembelajaran berikutnya. Toom juga menjelaskan bahwa proses berpikir didaktis dan pedagogis dapat terjadi pada tiga peristiwa yaitu sebelum pembelajaran berlangsung, pada saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran berlangsung. Namun

demikian, *tacit didactical and pedagogical knowledge* hanya bisa diperoleh melalui peristiwa pembelajaran yang dialami guru secara langsung. Dengan demikian, metapedadidaktik pada hakekatnya merupakan strategi yang bisa digunakan guru untuk memperoleh *tacit didactical and pedagogical knowledge* sebagai bahan refleksi pasca pembelajaran. Jika seorang guru mampu mengidentifikasi, menganalisis, serta mengaitkan proses berpikir pada peristiwa sebelum pembelajaran (antisipasi didaktis dan pedagogis), *tacit knowledge* yang diperoleh pada peristiwa pembelajaran, dan hasil refleksi pasca pembelajaran, maka hal tersebut akan menjadi suatu strategi yang sangat baik untuk melakukan pengembangan diri sehingga kualitas pembelajaran dari waktu ke waktu senantiasa dapat ditingkatkan. Dengan kata lain, metapedadidaktik pada dasarnya merupakan suatu strategi pengembangan diri menuju guru matematika profesional.

Didactical Design Research (DDR)

Proses pengembangan situasi didaktis, analisis situasi belajar yang terjadi sebagai respon atas situasi didaktis yang dikembangkan, serta keputusan-keputusan yang diambil guru selama proses pembelajaran berlangsung, menggambarkan bahwa proses berpikir guru yang terjadi selama pembelajaran tidaklah sederhana. Agar proses tersebut dapat mendorong terjadinya situasi belajar yang lebih optimal, maka diperlukan suatu upaya maksimal yang harus dilakukan sebelum pembelajaran. Upaya tersebut telah digambarkan di atas sebagai Antisipasi Didaktik dan Pedagogis (ADP). ADP pada hakekatnya merupakan sintesis hasil pemikiran guru berdasarkan berbagai kemungkinan yang diprediksi akan terjadi pada peristiwa pembelajaran.

Salah satu aspek yang perlu menjadi pertimbangan guru dalam mengembangkan ADP adalah adanya *learning obstacles* khususnya yang bersifat epistemologis (*epistemological obstacle*). Menurut Duroux (dalam Brousseau, 1997), *epistemological obstacle* pada hakekatnya merupakan pengetahuan seseorang yang hanya terbatas pada konteks tertentu. Jika orang tersebut dihadapkan pada konteks berbeda, maka pengetahuan yang dimiliki menjadi tidak bisa digunakan atau dia mengalami kesulitan untuk menggunakannya. Sebagai contoh, seseorang yang pada awal belajar konsep segitiga hanya dihadapkan pada model konvensional dengan titik puncaknya di atas dan alasnya di bawah, maka *concept image* yang terbangun dalam pikiran siswa adalah bahwa segitiga tersebut selalu harus seperti yang digambarkan. Ketika suatu saat dia dihadapkan pada permasalahan berbeda, maka kemungkinan besar kesulitan yang tidak diharapkan akan muncul. Sebagai contoh, ketika sejumlah mahasiswa tingkat pertama dihadapkan pada soal di bawah ini, tidak seluruhnya bisa menjawab dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan yang dimiliki seseorang tidak selamanya dapat diterapkan pada sembarang konteks.



Pada gambar di atas, terdapat segitiga ABC , ABD , dan segitiga DEF . Garis CF dan AE sejajar. Segitiga manakah yang luasnya paling besar?

Dengan mempertimbangkan adanya *learning obstacle* ini, maka dalam merancang situasi didaktis terkait konsep segitiga (termasuk luas daerahnya), perlu diperkenalkan beberapa model segitiga yang bervariasi. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya *learning obstacle* yang mungkin muncul dikemudian hari.

Proses pengembangan situasi didaktis, analisis prediksi respon siswa atas situasi didaktis yang dikembangkan, serta pengembangan ADP, menunjukkan pengembangan rencana pembelajaran sebenarnya tidak hanya terkait dengan masalah teknis yang berujung pada terbentuknya RPP. Hal tersebut lebih menggambarkan suatu proses berpikir sangat mendalam dan komprehensif tentang apa yang akan disajikan, bagaimana kemungkinan respon siswa, serta bagaimana kemungkinan

antisipasinya. Proses berpikir yang dilakukan guru tidak hanya terbatas pada fase sebelum pembelajaran, melainkan juga pada saat pembelajaran dan setelah pembelajaran terjadi.

Aktivitas *Lesson Study* yang meliputi tiga langkah *Plan*, *Do*, dan *See* sebenarnya dapat dikaitkan dengan proses berpikir guru pada tiga fase yaitu sebelum, pada saat, dan setelah pembelajaran. Proses berpikir sebelum pembelajaran dapat difokuskan pada pengembangan disain didaktis yang merupakan suatu rangkaian situasi didaktis. Analisis terhadap disain tersebut akan menghasilkan ADP. Proses berpikir pada saat pembelajaran pada hakekatnya merupakan analisis metapedadidaktik yakni analisis terhadap rangkaian situasi didaktis yang berkembang di kelas, analisis situasi belajar sebagai respon siswa atas situasi didaktis yang dikembangkan, serta analisis interaksi yang berdampak terhadap terjadinya perubahan situasi didaktis maupun belajar. Refleksi yang dilakukan setelah pembelajaran, menggambarkan pikiran guru tentang apa yang terjadi pada proses pembelajaran serta kaitannya dengan apa yang dipikirkan sebelum pembelajaran terjadi.

Menyadari bahwa proses berpikir yang dilakukan guru terjadi pada tiga fase, dan hasil analisis dari proses tersebut berpotensi menghasilkan disain didaktis inovatif, maka ketiga proses tersebut sebenarnya dapat diformulasikan sebagai rangkaian langkah untuk menghasilkan suatu disain didaktis baru. Dengan demikian, rangkaian aktivitas tersebut selanjutnya dapat diformulasikan sebagai Penelitian Disain Didaktis atau *Didactical Design Research (DDR)*. Penelitian Disain Didaktis pada dasarnya terdiri atas tiga tahapan yaitu: (1) analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran yang wujudnya berupa Disain Didaktis Hipotetis termasuk ADP, (2) analisis metapedadidaktik, dan (3) analisis retrospektif yakni analisis yang mengaitkan hasil analisis situasi didaktis hipotetis dengan hasil analisis metapedadidaktik. Dari ketiga tahapan ini akan diperoleh Disain Didaktis Empirik yang tidak tertutup kemungkinan untuk terus disempurnakan melalui tiga tahapan *DDR* tersebut.

DAPTAH PUSTAKA

- Ben-Zeev, T. Dan Star, J.(2002). *Intuitive Mathematics: Theoretical and Educational Implications*. Michigan: University of Michigan
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situation in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Kansanen, P. (2003). Studying-theRealistic Bridge Between Instruction and Learning. An Attempt to a Conceptual Whole of the Teaching-Studying-Learning Process. *Educational Studies*, Vol. 29,No. 2/3, 221-232
- Suryadi, D. (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematika Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Bandung: SPS UPI
- Toom, A. (2006). *Tacit Pedagogical Knowing At the Core of Teacher's Professionality*. Helsinki: University of Helsinki
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press

MEMBANGUN KEPERCAYAAN DIRI SISWA MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA HUMANIS

Heris Hendriana

STKIP Siliwangi Bandung
herishen@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu fungsi pendidikan adalah sebagai proses pembentukan pribadi. Dengan demikian pendidikan harus mampu berperan dalam menyiapkan peserta didik membangun kepribadian, dan menumbuhkan *nation and character building*, diantaranya adalah memiliki visi, komitmen, konsisten dan tanggung jawab. Pembelajaran matematika humanis yang dilaksanakan oleh guru bersama siswa di kelas memegang peranan penting pada pembentukan karakter. Pembelajaran ini akan membentuk nilai-nilai kemanusiaan dalam diri siswa. Selain memahami dan menguasai konsep matematika, siswa akan terlatih bekerja mandiri maupun bekerjasama dalam kelompok, bersikap kritis, kreatif, konsisten, berpikir logis, sistematis, menghargai pendapat, jujur, percaya diri, dan bertanggung jawab. Kemudahan dalam mempelajari matematika dapat membuat siswa menghargai dan mencintai matematika. Dengan adanya ketertarikan dalam belajar matematika membuat siswa percaya diri bahwa pelajaran sesulit apapun dapat dipelajarinya

Kata Kunci: *character building, matematika humanis, kepercayaan diri*

A. Pendahuluan

Pendidikan sebagai usaha sadar yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dapat diwujudkan salah satunya melalui pendidikan matematika yang diajarkan kepada siswa di bangku persekolahan. Matematika memiliki peranan penting sebagai pembentuk pola pikir manusia yang cerdas yang merupakan suatu hal yang amat penting dalam masyarakat modern, karena dapat membuat manusia menjadi lebih fleksibel secara mental, terbuka dan mudah menyesuaikan dengan berbagai situasi dan permasalahan. Sehingga matematika dianggap sebagai mesin pencetak generasi-generasi unggul untuk siap bersaing dengan perubahan.

Matematika yang merupakan bagian integrasi kehidupan sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari karena berbagai masalah kehidupan sehari-hari dapat dimodelkan dalam matematika untuk kemudian dicari solusinya berdasarkan kaidah-kaidah yang terdapat dalam matematika. Matematika perlu diajarkan di sekolah karena selalu digunakan dalam berbagai segi kehidupan dan banyak mata pelajaran lain yang memerlukan keterampilan matematika yang sesuai.

Kenyataannya di lapangan pembelajaran matematika belum menekankan pada pengembangan daya nalar (reasoning), logika dan proses berpikir siswa. Pembelajaran matematika umumnya didominasi oleh pengenalan rumus-rumus serta konsep-konsep secara verbal, tanpa ada perhatian yang cukup terhadap pemahaman siswa. Selain itu, proses belajar mengajar hampir selalu berlangsung dengan metode ceramah yang mekanistik, dengan guru menjadi pusat dari seluruh kegiatan di kelas. Siswa mendengarkan, meniru atau mencontoh dengan persis sama cara yang diberikan guru tanpa inisiatif. Siswa tidak dibiarkan atau didorong mengoptimalkan potensi dirinya, mengembangkan penalaran maupun kreativitasnya. Pembelajaran matematika juga seolah-olah dianggap lepas untuk mengembangkan kepribadian siswa. Pembelajaran matematika dianggap hanya menekankan faktor kognitif saja, padahal pengembangan kepribadian sebagai bagian dari kecakapan hidup merupakan tugas semua mata pelajaran di sekolah. Pembelajaran yang demikian menjauhkan siswa dari sifat kemanusiaannya

Kenyataannya ini membuat *Mathematics is a difficult both teach and learn* atau matematika merupakan pelajaran yang sulit untuk diajarkan dan dipelajari. Hal ini menyebabkan siswa bermasalah dengan kepercayaan diri. Siswa selalu mengeluh tak punya kemampuan apa-apa terutama dalam pembelajaran matematika. Ketika belajar siswa mudah menyerah dan mengeluh sulit belajar. Jika diminta untuk mengerjakan soal di depan kelas, siswa takut secara berlebihan dan merasa tak yakin dengan jawabannya.

Seharusnya di dalam pembelajaran matematika di sekolah siswa sebagai subyek didik seharusnya tidak saja menerima pelajaran dan menghafalkan rumus. Siswa hendaknya diberi kebebasan untuk mencari, merumuskan, mengaplikasikan, dan memaknai pelajaran dengan apa yang terjadi di sekitarnya. Hal ini dapat dilakukan dengan menganalisis karya seni, peristiwa, atau fenomena alam dengan menggunakan Matematika. Ruseffendi (1991:328) menyatakan bahwa selama ini dalam proses pembelajaran matematika di kelas, pada umumnya siswa mempelajari matematika hanya diberi tahu oleh gurunya dan bukan melalui kegiatan eksplorasi. Menurut Rif'at (2001: 25) kegiatan belajar seperti ini membuat siswa cenderung belajar menghafal dan tanpa memahami atau tanpa mengerti apa yang diajarkan oleh gurunya. Kondisi seperti ini sering tidak disadari oleh guru matematika dalam proses pembelajaran yang lebih dikenal dengan sebutan *rote learning*.

Ciri-ciri manusiawi matematika hanya dapat dialami dan diapresiasi oleh para siswa kalau mereka mempelajari matematika itu juga secara manusiawi, yaitu dengan membangun sendiri pemahaman mereka akan unsur-unsur matematika. Inilah yang disebut dengan pembelajaran matematika humanis. Pemahaman yang terbentuk dalam pembelajaran matematika humanis bukan dengan menerima apa saja yang diajarkan dan menghafalkan rumus-rumus dan langkah-langkah yang diberikan, melainkan dengan membangun makna dari apa yang dipelajari dengan mempergunakan informasi baru yang mereka peroleh untuk mengubah, melengkapi atau menyempurnakan pemahaman yang telah tertanam sebelumnya, dengan memanfaatkan keleluasaan yang tersedia untuk melakukan eksperimen, termasuk di dalamnya kemungkinan untuk berbuat kesalahan dan belajar dari kesalahan tersebut.

B. Pembelajaran Matematika Humanis

Matematika humanistik bukanlah hal baru dalam matematika, sebab para matematikawan terdahulu seperti Plato, Euclid, atau Mandelbrot (Siswono, 2007:1) telah mengaitkan matematika dengan keindahan, kreativitas, atau imajinasi dalam matematika. Pada dasarnya matematika humanistik melibatkan pengajaran yang isinya humanistik (*humanistic content*) dengan menggunakan pendidikan humanistik (*humanistic pedagogy*) dalam keyakinan bahwa kekurangan motivasi siswa merupakan akar penyebab dari masalah-masalah sikap dan literasi dalam pendidikan matematika. Gerakannya adalah mencari kembali proses-proses pendidikan yang menyenangkan (*excitement*) dan menantang (*wonderment*) dengan kegiatan-kegiatan penemuan (*discovery*) dan kreasi/karyacipta. Dengan demikian matematika humanistik mengarahkan pada pembelajaran yang memberikan keleluasaan siswa untuk belajar secara aktif yang menyenangkan dan memberikan kebebasan siswa untuk tertantang melakukan kreasi-kreasi sehingga mendorong kreativitasnya.

White (Siswono, 2007:2) menjelaskan bahwa matematika humanistik mencakup dua aspek pembelajaran, yaitu pembelajaran matematika secara manusiawi dan pembelajaran matematika yang manusiawi. Aspek pertama berkaitan dengan proses pembelajaran matematika yang menempatkan siswa sebagai subjek untuk membangun pengetahuannya dengan memahami kondisi-kondisi, baik dalam diri sendiri maupun lingkungan sekitarnya. Pengetahuan matematika tidak terbentuk dengan menerima atau menghafal rumus-rumus dan prosedur-prosedur, tetapi dengan membangun makna dari apa yang sedang dipelajari. Siswa aktif mencari, menyelidiki, merumuskan, membuktikan, mengaplikasikan apa yang dipelajari. Siswa juga mungkin melakukan kesalahan dan dapat belajar dari kesalahan tanpa takut untuk berbuat salah dengan melakukan ujicoba atau eksperimen. Guru berperan sebagai fasilitator dan motivator. Guru menumbuhkan motivasi dalam diri siswa untuk mempelajari dan memahami matematika secara bermakna serta memberikan dorongan dan fasilitas untuk belajar mandiri maupun kelompok. Proses pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga intuisi dan kreativitas siswa.

Pembelajaran matematika secara manusiawi menurut Siswono (2007:2) akan membentuk nilai-nilai kemanusiaan dalam diri siswa. Selain memahami dan menguasai konsep matematika, siswa akan terlatih bekerja mandiri maupun bekerjasama dalam kelompok, bersikap kritis, kreatif, konsisten, berpikir logis, sistematis, menghargai pendapat, jujur, percaya diri, dan bertanggung jawab. Pada aspek ini kreativitas guru untuk memfasilitasi kegiatan belajar siswa dengan berbagai metode dan kreativitas siswa untuk menemukan atau membangun pengetahuannya sendiri saling terpadu dan menunjang bagi keberhasilan tujuan belajar siswa. Pembelajaran matematika yang manusiawi berkaitan dengan usaha merekonstruksi kurikulum matematika sekolah, sehingga matematika dapat dipelajari dan dialami sebagai bagian kehidupan manusia. Kaitan matematika dan dunia nyata atau mata pelajaran lain perlu dijabarkan secara konkrit. Brown (Siswono, 2007: 2) menyebutkan beberapa topik yang dapat dikaitkan dengan dunia nyata atau mata pelajaran lainnya, misalkan seni (simetri, perspektif, representasi spasial, dan pola (termasuk fraktal) untuk menciptakan karya-karya artistik), biologi (penggunaan skala untuk mengidentifikasi faktor pertumbuhan bermacam organisme), bisnis (optimisasi dari suatu jaringan komunikasi), industri (penggunaan matematika untuk mendesain objek-objek tiga dimensi seperti bangunan), pengobatan (pemodelan suntikan untuk mengeliminasi infeksi

Menurut Fathani (2010) salah satu ciri pembelajaran matematika yang manusiawi adalah bukan hanya menunjukkan konsep-konsep atau rumus-rumus matematika saja, melainkan juga menunjukkan tentang aplikasi dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari, yang tentunya dalam menginformasikannya disesuaikan dengan tingkatan atau jenjang sekolah siswa. Sehingga, para siswa diharapkan akan menjadi tertarik dan tertantang untuk berusaha memahami matematika lebih dalam, karena dalam pikiran mereka tentunya sudah tertanam subur bahwasannya, matematika sangat akrab dengan dunia aktivitas sehari-hari. Akibatnya kesan negatif yang selama ini menghantui dunia matematika akan hilang dengan sendirinya.

Berikut, akan diberikan 2 contoh kasus proses pembelajaran matematika.

Kasus I:

Seorang guru SD menjelaskan kepada siswanya tentang macam-macam bilangan. Ketika menerangkan bilangan cacah, beliau memberikan definisi bahwa bilangan cacah adalah bilangan yang dimulai dari nol (0,1,2,3, ...). Dari penjelasan tersebut siswa hanya akan menangkap pesan bahwa bilangan yang dimulai dari nol dinamakan bilangan cacah, dan tidak mengetahui untuk apa bilangan cacah itu dalam kehidupan, kecuali siswa yang berusaha untuk mencari jawabannya.

Kasus II:

Dalam kasus II ini hampir sama dengan kasus I, tetapi ada sedikit perbedaan, di mana guru tersebut berusaha menjelaskan bagaimana bilangan-bilangan itu digunakan dalam kehidupan sehari-hari. "Bilangan cacah dijelaskan, bahwa bilangan cacah adalah bilangan yang dimulai dari nol yang jika kita amati dalam kehidupan, bilangan cacah ini digunakan untuk menyatakan jumlah objek atau barang". Kata guru ketika menjelaskan. Lalu ada salah satu siswa yang bertanya, "Kalau begitu, berarti ada objek yang jumlahnya nol, bu?". Kemudian guru tersebut mengajak para siswa untuk ke halaman sekolah. Guru tersebut bertanya: "Berapa banyak sepeda yang diparkir di halaman sekolah ini?".

Dengan serentak siswa menjawab: "ada sepuluh buah sepeda, bu". Selanjutnya guru tersebut bertanya lagi, "Berapa jumlah mobil yang diparkir di halaman sekolah ini?". "Tidak ada, Bu". Jawab siswa serempak. Dari jawaban inilah, kemudian guru menjelaskan bahwa ada objek yang berjumlah nol, dalam hal ini jumlah mobil yang di parkir di halaman sekolah. Nol adalah bilangan cacah yang dapat digunakan untuk menyatakan jumlah obyek kosong atau tidak ada. Dari dua kasus di atas, tentunya kita dapat menemukan perbedaan yang sangat menonjol di antara dua kasus tersebut. Kasus II tentunya lebih manusiawi, karena dalam proses pembelajaran guru berusaha mengaitkan langsung materi pelajaran yang sedang diajarkan dengan kehidupan nyata. Sedangkan pada kasus I guru hanya menerangkan definisi bilangan cacah tanpa menjelaskan kegunaannya.

Beberapa yang bisa dilakukan untuk pembelajaran matematika saat ini, agar proses pembelajaran matematika dapat bermakna dan berdampak bagi peserta didik adalah;

1. Kreativitas guru untuk menyiasati kurikulum yang sedang berlaku. Guru tidak hanya mengajar sesuai juklak atau juknis kurikulum, melainkan dapat menyiasati kurikulum dengan memilih dan memilah materi yang penting bagi siswa dan memberikan materi secara berkelanjutan, bahkan bila perlu membuang materi yang tidak penting.
2. Inovasi guru dalam pembelajaran. Variasi metode pembelajaran memegang peran penting untuk menarik minat siswa dalam pembelajaran matematika. Inovasi dalam metode pembelajaran dengan berbagai variasi sesuai materi ajar akan membuat siswa tidak jenuh untuk mengikuti pembelajaran.
3. Mengaitkan materi ajar dengan peristiwa atau kejadian dalam kehidupan nyata sehari-hari. Dengan menunjukkan keterkaitan matematika dengan realitas kehidupan, akan menjadikan pelajaran matematika lebih bermakna bagi siswa. Siswa dapat menerapkan konsep atau teori yang dipelajarinya untuk memecahkan persoalan riil yang dihadapi dalam keseharian. Dengan demikian matematika akan lebih humanis dan membumi.

Dengan melaksanakan pembelajaran matematika yang humanis, tentu akan berakibat pada diri siswa untuk senang dan tertarik dalam belajar matematika. Mereka akan berusaha menyenangkan matematika dan diharapkan akan berdampak pada pencapaian prestasi yang unggul. Memang, semua siswa tidak dapat dipaksa untuk mempelajari matematika. Namun, tentunya siswa harus tetap dimotivasi agar dapat menguasai konsep-konsep matematika dasar yang kiranya dibutuhkan dalam kehidupan yang akan mereka jalani, semisal: konsep matematika dalam praktik jual beli, perencanaan keuangan keluarga, anggaran membangun rumah, dan sebagainya. Jenis-jenis matematika dasar inilah yang tidak akan bisa ditinggalkan.

Berdasarkan pandangan di atas, maka dapat dijabarkan beberapa ciri umum dari pembelajaran matematika humanistik, seperti disebutkan oleh Haglund (Siswono, 2007:3) yaitu:

1. Menempatkan siswa sebagai penemu (*inquirer*) bukan hanya penerima fakta-fakta dan prosedur-prosedur;
2. Memberi kesempatan siswa untuk saling membantu dalam memahami masalah dan pemecahannya yang lebih mendalam;
3. Belajar berbagai macam cara untuk menyelesaikan masalah, tidak hanya dengan pendekatan aljabar;
4. Menunjukkan latar belakang sejarah bahwa matematika sebagai suatu penemuan atau usaha keras (*endeavor*) dari seorang manusia;
5. Menggunakan masalah-masalah yang menarik dan pertanyaan terbuka (*open-ended*) tidak hanya latihan-latihan;
6. Menggunakan berbagai teknik penilaian tidak hanya menilai siswa berdasar pada kemampuan mengingat prosedur-prosedur saja;
7. Mengembangkan suatu pemahaman dan apresiasi terhadap ide-ide besar matematika yang membentuk sejarah dan budaya;
8. Membantu siswa melihat matematika sebagai studi terhadap pola-pola, termasuk aspek keindahan dan kreativitas;
9. Membantu siswa mengembangkan sikap-sikap percaya diri, mandiri, dan penasaran (*curiosity*);
10. Mengajarkan materi-materi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam sains, bisnis, ekonomi, atau teknik.

C. Kepercayaan Diri

Kepercayaan diri atau keyakinan diri diartikan sebagai suatu kepercayaan terhadap diri sendiri yang dimiliki setiap individu dalam kehidupannya, serta bagaimana individu tersebut memandang dirinya secara utuh dengan mengacu pada konsep diri (Rakhmat, 2000). Lauster (Fasikhah, 1994), menyatakan bahwa kepercayaan diri merupakan suatu sikap atau perasaan yakin atas kemampuan diri sendiri sehingga orang yang bersangkutan tidak terlalu cemas dalam tindakan-tindakannya, dapat merasa bebas untuk melakukan hal – hal yang disukainya dan bertanggung jawab atas perbuatannya, hangat dan sopan dalam berinteraksi dengan orang lain, dapat menerima dan meng-

harga orang lain, memiliki dorongan untuk berprestasi serta dapat mengenal kelebihan dan kekurangannya. Menurut Bandura (1994), kepercayaan diri adalah rasa percaya terhadap kemampuan diri dalam menyatukan dan menggerakkan (istilah Bandura: memobilisasikan) motivasi dan semua sumber daya yang dibutuhkan, dan memunculkannya dalam tindakan yang sesuai dengan apa yang harus diselesaikan, atau sesuai tuntutan tugas.

Percaya terhadap kemampuan diri ini akan mempengaruhi tingkat prestasi atau kinerja (*performance*). Orang yang tidak mempunyai kepercayaan diri penuh hanya akan mencapai kurang dari apa yang seharusnya dapat diselesaikannya. Dengan demikian, walaupun ada orang yang mempunyai pemahaman lengkap dan kemampuan penuh di bidang apa yang sedang dilakukannya, kalau ia kurang mempunyai kepercayaan diri, ia akan jarang berhasil dalam tugasnya karena kemampuannya untuk memobilisasikan motivasi dan semua sumber daya yang dipunyai (kepandaian, menggerakkan rekan kerja untuk membantu) menjadi tidak maksimal. Walaupun tahu apa yang harus dikerjakan, orang semacam ini biasanya mudah ragu-ragu atau "tidak berani", atau "lihat-lihat lingkungan dulu" untuk dapat sepenuhnya menerapkan kemampuannya pada suatu situasi tertentu (Fasikhah, 1994:62)

Kepercayaan diri akan memperkuat motivasi mencapai keberhasilan, karena semakin tinggi kepercayaan terhadap kemampuan diri sendiri, semakin kuat pula semangat untuk menyelesaikan pekerjaannya. Kemauannya untuk mencapai apa yang menjadi sasaran tugas juga akan lebih kuat. Berarti ia juga mempunyai komitmen kuat untuk bekerja dengan baik, supaya penyelesaian pekerjaannya berjalan dengan sempurna. Dibandingkan dengan orang lain, biasanya orang semacam ini juga akan lebih cepat menyelesaikan pekerjaannya dan lebih mudah menerima pandangan yang berbeda dengan sudut pandang dirinya. Orang yang selalu curiga atau tidak dapat menerima pendapat yang berbeda dengan pendapatnya biasanya khawatir pendapatnya akan lebih jelek dari pendapat orang lain.

Kalau ada pepatah *winners are self-confident and never jealous of others, losers have inferiority complex and are always jealous of others* berarti orang yang mempunyai kepercayaan diri memang lebih banyak kemungkinannya akan lebih menonjol, dibandingkan mereka yang terlalu banyak khawatir, yang mempunyai sindrom rendah diri. Orang yang mempunyai kepercayaan diri memang selalu yakin akan dirinya, karena yakin bahwa kemampuannya akan mendukung diri dan pengembangan dirinya. Jadi, ia yakin akan apa yang dikerjakannya akan selalu berhasil.

Sumber kepercayaan diri ada dua, yakni internal dan eksternal. Sumber internal, berarti kepercayaan diri itu berasal dari dirinya sendiri. Ia percaya bahwa dirinya mempunyai dasar pemahaman yang baik untuk bidang tertentu misalnya. Sumber internal semacam ini dapat sangat dipengaruhi oleh dorongan dari luar pula. Orang yang belum mempunyai kepercayaan diri kuat, akan mudah terpengaruh oleh reaksi eksternal (yang berasal dari luar dirinya) terhadap apa yang sedang dilakukannya. Orang yang kepercayaan dirinya kurang, biasanya akan menjadi peka terhadap pembicaraan mengenai diri atau prestasinya dan hal semacam ini pasti akan mempengaruhi pelaksanaan kerjanya. Bila ada orang yang memberi reaksi sedikit negatif terhadap dirinya, ia akan sangat terpengaruh.

Sumber eksternal adalah lingkungan, misalnya sikap orang lain, pujian, kritikan dan sebagainya. Seperti telah disebutkan, orang yang belum mempunyai kepercayaan diri kuat, akan mudah terpengaruh oleh reaksi lingkungannya terhadap setiap apa yang dilakukannya. Terlalu memperhatikan reaksi semacam ini akan menghambat pelaksanaan penyelesaian apa yang sedang dilakukannya. Akhirnya, energinya tidak terarah pada apa yang sedang dikerjakan, tetapi malah terpecah antara penyelesaian tugasnya dan memikirkan apa reaksi lingkungan terhadapnya.

Orang yang mempunyai kepercayaan diri kuat, akan memancarkan keyakinan diri. Ia mudah dikenali dengan dipunyai kekuatan untuk mengatasi permasalahan dirinya (atau dengan mudah disebut: mengatasi dirinya sendiri). Hal ini akan menyebabkan orang-orang lain di lingkungannya akan terpicat dengan energi yang terpancar itu. Covey (1985) menyebut kemampuan itu sebagai *inside-out*. Artinya, keadaan di dalam diri orang itu (*inside*) akan mempengaruhi lingkungan di luar dirinya. Ini menyebabkan ada jenis orang yang selalu mampu ditempatkan dalam posisi kepemimpinan, walaupun mereka ini tidak mengejar-ngejar jabatan itu. Mereka malahan dikejar-

kejar, karena lingkungan "sudah terpicat" dengan apa yang telah terpancar dari dalam dirinya: kemampuan memimpinya.

Orang yang percaya diri juga akan menghargai orang lain. Karena ia percaya bahwa orang lain juga mempunyai kemampuan seperti dirinya. Ia juga tak mudah menyalahkan orang lain. Karena percaya bahwa setiap orang mempunyai nilai positif yang dapat dikembangkan, orang ini juga mudah membina hubungan dan selalu percaya bahwa orang-orang lain akan dapat diajak untuk mengembangkan dirinya. Fukuyama (Fasikhah, 1994:2) mengemukakan paling tidak ada empat cara untuk menumbuhkan rasa kepercayaan diri. Pertama, yaitu dengan memahami betul apa yang harus dilakukan atau membiasakan diri untuk menyelesaikan tugas dengan baik (*mastery learn to do the task well*). Kedua, dengan mencari contoh dari orang lain dan mengamati cara kerjanya (*modeling and observing others*). Ketiga, dengan mencari dukungan atau support dari orang lain atau lingkungan. Keempat, dengan melakukan reinterpretasi terhadap stres, karena bagaimanapun orang yang mempunyai kepercayaan diri pasti pernah berkali-kali mengalami kegagalan, tetapi selalu berhasil mengatasi rasa stres yang diderita akibat kegagalannya. Dari empat hal itu, jelas bahwa sumber internal maupun eksternal sama-sama pentingnya. Kemampuan ke-4 pasti tidak mudah diperoleh dan diperoleh setelah beberapa kali "jatuh bangun" akibat mengalami berbagai jenis kegagalan. *Support* lingkungan juga perlu dipertimbangkan, karena bagaimanapun, kita sering membutuhkan seseorang *to lean on* (untuk bersandar).

Erikson (Fasikhah, 1994:2) memperkenalkan istilah *basic trust*, dan mengemukakan perlunya *social trust*. Rasa percaya semacam ini mutlak diperlukan untuk peresapan rasa aman bagi setiap orang, yang memungkinkan timbulnya dan berfungsinya rasa percaya diri yang wajar, tak mudah berkurang walau terkena hambatan pengalaman yang mengakibatkan stres berat, yang juga tak mudah menjadi melambung secara non-realis (sehingga menjadi arogansi seperti pembicaraan di atas). Rasa percaya diri yang normal menumbuhkan rasa saling percaya di antara anggota masyarakat, dan akan memungkinkan setiap orang hidup dengan baik.

Secara psikologis, selalu ada hubungan (korelasi) positif antara rasa kepercayaan diri, penerimaan diri, aktualisasi/realisasi diri, analisis diri, kesadaran diri, dan konsep diri (Fasikhah, 1994: 65). Artinya orang yang mempunyai rasa percaya diri kuat, akan mudah menerima diri apa adanya (dengan segala kelebihan dan kekurangannya), akan mudah mencapai prestasi bagus (aktualisasi/realisasi diri). Ia juga mudah melakukan analisis terhadap dirinya sendiri (karena sudah menerima diri apa adanya), sehingga ia mempunyai kesadaran diri kuat: tahu persis kelemahan yang harus dikurangi dan kelebihan yang dapat dikembangkan. Ia juga tidak gampang terpengaruh hal-hal negatif, karena konsep dirinya kuat. Tidak marah kalau dikritik (karena tahu kelemahan dirinya), dan tidak mudah dilambungkan rasa bangga berlebihan (sehingga akhirnya menjadi sombong atau arogan) kalau dipuji.

Menurut Lauster (Fasikhah, 1994), terdapat beberapa karakteristik untuk menilai kepercayaan diri individu, diantaranya: (a) Percaya kepada kemampuan sendiri, yaitu suatu keyakinan atas diri sendiri terhadap segala fenomena yang terjadi yang berhubungan dengan kemampuan individu untuk mengevaluasi serta mengatasi fenomena yang terjadi tersebut, (b) Bertindak mandiri dalam mengambil keputusan, yaitu dapat bertindak dalam mengambil keputusan terhadap apa yang dilakukan secara mandiri tanpa adanya keterlibatan orang lain. Selain itu, mempunyai kemampuan untuk meyakini tindakan yang diambilnya tersebut, (c) Memiliki konsep diri yang positif, yaitu adanya penilaian yang baik dari dalam diri sendiri, baik dari pandangan maupun tindakan yang dilakukan yang menimbulkan rasa positif terhadap diri sendiri, (d). Berani mengungkapkan pendapat, yaitu adanya suatu sikap untuk mampu mengutarakan sesuatu dalam diri yang ingin diungkapkan kepada orang lain tanpa adanya paksaan atau hal yang dapat menghambat pengungkapan perasaan tersebut.

Persepsi kepercayaan diri dapat dibentuk dengan menginterpretasi informasi dari empat sumber (Bandura, 1997):

1. Pengalaman otentik (*authentic mastery experiences*), yang merupakan sumber yang paling berpengaruh, karena kegagalan/keberhasilan pengalaman yang lalu akan menurunkan/meningkatkan *self-efficacy* seseorang untuk pengalaman yang serupa kelak.

- Khususnya kegagalan yang terjadi pada awal tindakan tidak dapat dikaitkan dengan kurangnya upaya atau pengaruh lingkungan eksternal.
2. Pengalaman orang lain (*vicarious experience*), yang dengan memperhatikan keberhasilan/kegagalan orang lain, seseorang dapat mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk membuat pertimbangan tentang kemampuan dirinya sendiri. Model pengalaman orang lain ini sangat berpengaruh apabila ia mendapat situasi yang serupa dan miskin pengalaman dalam pengalaman tersebut.
 3. Pendekatan sosial atau verbal, yaitu pendekatan yang dilakukan dengan meyakini seseorang bahwa ia memiliki kemampuan untuk melakukan sesuatu. Perlu diperhatikan, bahwa pernyataan negatif tentang kompetensi seseorang dalam area tertentu sangat berakibat buruk terhadap mereka yang sudah kehilangan kepercayaan diri, misalnya pernyataan bahwa kaum perempuan tidak sesuai untuk belajar matematika, akan mengakibatkan kaum perempuan akan percaya bahwa mereka tidak kompeten dalam matematika.
 4. Indeks psikologis, di mana status fisik dan emosi akan mempengaruhi kemampuan seseorang. Emosi yang tinggi, seperti kecemasan akan matematika akan merubah kepercayaan diri seseorang tentang kemampuannya. Seseorang dalam keadaan stress, depresi, atau tegang dapat menjadi indikator kecenderungan akan terjadinya kegagalan.

Kepercayaan diri adalah suatu istilah yang non-deskriptif (Bandura, 1997), yang merujuk pada kekuatan keyakinan, misalnya seseorang dapat sangat percaya diri, tetapi akhirnya gagal. Kepercayaan diri didefinisikan sebagai pertimbangan seseorang tentang kemampuan dirinya untuk mencapai tingkatan kinerja (*performansi*) yang diinginkan atau ditentukan, yang akan mempengaruhi tindakan selanjutnya (Bandura, 1994:88).

Dari pengaruh-pengaruh ini, kepercayaan diri berperan dalam tingkatan pencapaian yang akan diperoleh, sehingga Pajares, (Dewanto, 2007: 56) berpendapat bahwa kepercayaan diri menyentuh hampir semua aspek kehidupan manusia, apakah berpikir secara produktif, secara pesimis atau optimis, bagaimana mereka memotivasi diri, kerawanan akan stres dan depresi, dan keputusan yang dipilih.

D. Membangun Kepercayaan Diri melalui Pembelajaran Matematika Humanis

Belajar adalah suatu perilaku. Artinya bahwa seseorang yang mengalami proses belajar akan mengalami perubahan perilaku, yaitu dari tidak mengerti menjadi mengerti, dari tidak bisa menjadi bisa dan dari ragu-ragu menjadi yakin. Keberhasilan dalam pembelajaran dapat diperlihatkan oleh siswa melalui sikap dan perilaku atas apa yang diajarkan di sekolah. Mengingat begitu pentingnya membangun kemampuan percaya diri pada perkembangan siswa sebagai sumber energi (kekuatan) diri anak untuk dapat mengaktualisasikan diri siswa secara utuh, maka siswa membutuhkan bantuan guru. Sifat percaya diri tidak hanya harus dimiliki oleh orang dewasa, tetapi anak-anak juga memerlukannya dalam perkembangannya menjadi dewasa. Sifat percaya diri sulit dikatakan secara nyata, tetapi kemungkinan besar orang yang percaya diri akan bisa menerima dirinya sendiri, siap menerima tantangan dalam arti mau mencoba sesuatu yang baru walaupun ia sadar bahwa kemungkinan salah pasti ada.

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa dapat menjadi sarana untuk membangun kepercayaan diri siswa. Untuk itu guru sebagai orang yang paling berpengaruh dan terdekat hubungannya dengan siswa di sekolah harus memahami terlebih dahulu kesulitan, kelemahan dan hambatan siswa dalam membangun kepercayaan dirinya. Kemudian untuk meningkatkan kepercayaan diri siswa diperlukan pendekatan dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang dimaksud adalah pembelajaran matematika humanis yang menempatkan Matematika sebagai bagian dari kehidupan nyata manusia. Proses pembelajarannya juga menempatkan siswa bukan sebagai obyek, melainkan subyek yang bebas menemukan pemahaman berdasarkan pengalamannya sehari-hari.

Dalam proses pembelajaran ini, guru berperan sebagai motivator dan fasilitator. Mereka bertugas memberi dorongan dan rangsangan dan memahami serta memberi bantuan ketika dibutuhkan.

Dorongan dan rangsangan ini dapat diberikan guru dalam bentuk yang menyenangkan dan lebih nyata seperti permainan maupun pembuatan karya seni. Beberapa contoh topik Matematika yang dapat dikaitkan dengan mata pelajaran lain lain simetri, nisbah, dan fraktal dikaitkan dengan pelajaran kesenian serta teori bilangan pada musik. Hal ini sebagai bentuk penjabaran Matematika secara konkret pada kehidupan maupun mata pelajaran lain. Hal ini dapat menghapus kesan bahwa pelajaran Matematika lebih banyak menempatkan siswa sebagai obyek dengan menerima saja teori dan menghafal rumus. Dengan diterjemahkan dalam kehidupan yang nyata, penggunaan simbol yang abstrak itu membuat pelajar mudah memahami Matematika

Kemudahan dalam mempelajari matematika dapat membuat siswa menghargai dan mencintai matematika. Dengan adanya ketertarikan dalam belajar matematika membuat siswa percaya diri bahwa pelajaran sesulit apapun dapat dipelajarinya, sehingga membuat siswa lebih termotivasi untuk belajar dan berprestasi di sekolah.

E. Penutup

Pendidikan tidak hanya sebatas mentransfer ilmu saja, namun lebih jauh dan pengertian itu yang lebih utama adalah dapat mengubah atau membentuk karakter dan watak seseorang agar menjadi lebih baik, lebih sopan dalam tataran etika maupun estetika maupun perilaku dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu pembelajaran matematika di sekolah harus mengubah citra dari pembelajaran yang mekanistik menjadi humanistik yang menyenangkan. Pembelajaran yang dulunya memasung kreativitas siswa menjadi yang membuka kran kreativitas. Pembelajaran yang dulu berfokus pada aspek kognitif menjadi yang berfokus pada semua aspek termasuk kepribadian

DAFTAR PUSTAKA

- Bandura, A. (1994). Self-Efficacy. Dalam V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of Human Behavior*, Vol. 4. New York: Academic Press. [Online]. Tersedia: <http://www.des.emory.edu/mfp/BanEncy.html>
- _____. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Covey (1995) *7 habits of highly effective people* http://www.des.emory.edu/mfp/Bandura_1989.pdf
- Dewanto, S.P (2007) *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel Matematis Mahasiswa melalui Belajar Berbasis-Masalah*. Disertasi Sekolah Pasca Sarjana. UPI tidak diterbitkan
- Fasikhah, S.S. 1994. *Peranan Kompetensi Sosial Pada T.L Koping Remaja Akhir*. Tesis. Yogyakarta. Program P.S UGM Yogyakarta.
- Fathani, A.H. (2010). Pembelajaran Matematika yang Humanis. [Online]. Tersedia: http://yppti.org/index.php?option=com_content&view=article&id=365:pembelajaran-matematika-yang-humanis&catid=5:artikel&Itemid=4.
- Rakhmat, J. (2000). *Psikologi Agama*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Rif'at, M. (2001). *Pengaruh Pola-Pola Pembelajaran Visual dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Menyelesaikan Masalah-Masalah Matematika*. Disertasi PPS. UPI: Tidak diterbitkan.
- Ruseffendi, E.T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito
- Siswono, T.Y.E (2007). *Pembelajaran Matematika Humanistik yang mengembangkan kreativitas siswa*. Surabaya: UNESA

MATEMATIKA

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2013**

Program Studi Pendidikan Matematika
Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan
(STKIP) Siliwangi Bandung

RELIABILITAS MULTIDIMENSI INSTRUMEN KEPUASAN MAHASISWA SEBAGAI PELANGGAN INTERNAL (Aplikasi Analisis Faktor Konfirmatori)

Gaguk Margono

Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Rawamangun, Jakarta 13220
g_margono@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menguji keakuratan atau ketepatan koefisien reliabilitas multidimensi bila dibandingkan dengan koefisien reliabilitas unidimensi. Reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat ukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Pengukuran dan komputasi reliabilitas dideskripsikan dalam artikel ini menggunakan instrumen pengukur kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal. Kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal adalah perasaan mahasiswa yang dihasilkan dari membandingkan kinerja suatu produk yang dirasakan (hasil) dalam hubungan dengan harapan mahasiswa. Kepuasan mahasiswa memiliki lima dimensi yaitu sesuatu yang terwujud, reliabilitas, ketanggapan, jaminan, dan empati. Metode dalam penelitian ini digunakan *simple random sampling*. Instrumen ini telah diuji cobakan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa instrumen pengukur kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal menggunakan koefisien reliabilitas multidimensi memiliki ketepatan yang tinggi bila dibandingkan dengan koefisien reliabilitas unidimensi. Diharapkan dalam penelitian lanjutan digunakan formula reliabilitas multidimensi yang lainnya baik yang menggunakan analisis faktor konfirmatori maupun yang tidak.

Kata kunci: reliabilitas multidimensi, instrumen kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal, analisis faktor konfirmatori

1. PENDAHULUAN

Menurut Lewis dan Smith (1994), pelanggan pendidikan tinggi terdiri dari: (1) pelanggan internal akademik (mahasiswa, fakultas, program studi/jurusan), (2) pelanggan internal administratif (mahasiswa, pegawai, unit/divisi pelayanan), (3) pelanggan eksternal langsung (sekolah, industri, universitas lain), dan (4) pelanggan eksternal tidak langsung (parlemen, masyarakat luas, badan akreditasi, alumni, donor). Dalam sistem pendidikan tinggi (PTN maupun PTS), pelanggan adalah entitas atau pribadi paling penting dalam organisasi. Di sini dibahas tentang kepuasan pelanggan internal yakni mahasiswa. Kepuasan mahasiswa adalah pemenuhan kebutuhan dan harapan mahasiswa.

Kepuasan bersifat relatif, tergantung kebutuhan dan harapan mahasiswa. Semakin tinggi kebutuhan dan harapan mahasiswa maka semakin sulit untuk mencapai kepuasan mahasiswa. Misalnya, Jurusan Teknik Mesin segmen pasarnya adalah orang yang berminat menjadi mahasiswa teknik mesin, sedangkan pelanggan yang harus dilayani oleh Jurusan Teknik Mesin adalah mahasiswa teknik mesin sebagai pelanggan internal dan mahasiswa non teknik mesin sebagai pelanggan eksternal. Setelah minat menjadi mahasiswa terpenuhi, maka pelanggan internal punya harapan dan kebutuhan untuk belajar mengenai Teknik Mesin dengan baik, selanjutnya pelanggan eksternal pun akan mempunyai harapan yang sama.

Kepuasan mahasiswa adalah suatu keadaan dimana keinginan, harapan dan kebutuhan mahasiswa dipenuhi. Sedangkan suatu pelayanan dinilai memuaskan bila pelayanan tersebut dapat memenuhi kebutuhan dan harapan mahasiswa. Jadi keterkaitan antara kepuasan mahasiswa dengan mutu

pelayanan adalah bila mutu pelayanan tinggi atau berkualitas maka kepuasan mahasiswa akan meningkat atau tinggi dengan kata lain mahasiswa akan puas atau sangat puas bila kualitas atau mutu pelayanan dapat dipercaya, diandalkan, dan teruji. Kepuasan mahasiswa dan kualitas pelayanan seolah-olah merupakan sekeping mata uang yang tak terpisahkan diantara keduanya. Kepuasan mahasiswa merupakan faktor esensial dalam *Total Quality Management* (TQM), karena itu Perguruan Tinggi (PT) harus mengidentifikasi kebutuhan para pelanggan secara cermat dan berusaha memuaskan dengan memandang mahasiswa sebagai pelanggan utama yang harus dilayani.

Untuk mengukur kepuasan mahasiswa digunakan suatu ukuran subyektif atau *soft measures* sebagai indikator mutu atau kualitas. Ukuran ini disebut lunak (*soft*), sebab ukuran-ukuran ini berfokus pada persepsi dan sikap daripada hal-hal yang konkret yang disebut kriteria obyektif. Oleh karena berfokus pada persepsi dan sikap maka alat pengukur yang digunakan dapat berupa kuesioner kepuasan mahasiswa yang dapat diukur melalui mutu atau kualitas pelayanan dari institusi pendidikan tinggi tersebut.

Mutu atau kualitas (*quality*) merupakan suatu istilah yang dinamis yang terus bergerak; jika bergerak maju dikatakan mutunya bertambah baik, sebaliknya jika bergerak mundur dikatakan mutunya merosot. Mutu berarti dapat berarti *superiority* atau *excellence* yaitu melebihi standar umum yang berlaku. Sesuatu dikatakan bermutu jika terdapat kecocokan antara syarat-syarat yang dimiliki oleh benda atau jasa yang dikehendaki dengan maksud dari orang yang menghendakinya. Menurut Idruset al. (2000) “...the fitness purpose as perceived by the custome.” Misalnya, mutu proses belajar cocok dengan apa yang diharapkan oleh mahasiswa; makin jauh melampaui apa yang diharapkan makin bermutu, jika terjadi sebaliknya, makin tidak bermutu.

Langkah pertama mengukur kualitas pelayanan adalah mengidentifikasi karakteristik kualitas pelayanan. Daftar karakteristik ini dapat digeneralisasi dalam berbagai cara dengan menggunakan berbagai sumber informasi. Salah satu cara adalah mencari literatur seperti jurnal yang mungkin memuat dimensi mutu jasa. Peneliti-peneliti seperti Parasuraman, Zeithaml, dan Berry (1985) telah menyimpulkan bahwa mutu jasa dapat diuraikan dengan dasar 10 dimensi. Mereka mencoba untuk mengukur sepuluh dimensi, ternyata pelanggan hanya dapat membedakan 5 dimensi yang disebut *ServQual* (Parasuraman, Zeithaml, dan Berry, 1988) memberi kesan bahwa dimensi 10 yang asli saling tumpang-tindih satu sama lain. Lima dimensi mutu pelayanan adalah sesuatu yang terwujud (*tangible*), kehandalan (*reliability*), daya tanggap (*responsiveness*), jaminan (*assurance*), dan empati (*empathy*). Lebih lanjut tentang dimensi ini dapat dibaca dari publikasi pada kualitas pelayanan jasa oleh Zeithaml, Parasuraman dan Berry (1990).

Dimensi pertama dari kualitas pelayanan menurut konsep *ServQual* ini adalah *tangible* karena suatu jasa tidak dapat dicium dan tidak dapat diraba, maka *tangible* menjadi penting sebagai ukuran terhadap pelayanan. *Tangible* merupakan kemampuan untuk memberi fasilitas fisik kampus dan perlengkapan perkuliahan yang memadai menyangkut penampilan karyawan/dosen dan pejabat serta sarana umum. Misalnya: ketersediaan ruang menyangkut kelengkapan dan ketersediaan peralatan, kenyamanan dan kecanggihan kampus, fasilitas komputer dan internet, perpustakaan, ruang kuliah, ruang seminar, ruang dosen, media perkuliahan, laboratorium, unit produksi, kantin, pusat bimbingan karir, layanan kesehatan, tempat ibadah, tempat istirahat dan tempat parkir, serta sarana transportasi. Mahasiswa akan menggunakan indra penglihatan untuk menilai suatu kualitas pelayanan dari segala sarana dan fasilitas yang ada.

Kedua, dimensi *reliability* yaitu dimensi yang mengukur kehandalan dari pendidikan tinggi dalam memberikan pelayanan kepada mahasiswa. Ada dua aspek dari dimensi ini yakni: (1) kemampuan perguruan tinggi untuk memberikan pelayanan seperti yang dijanjikan, dan (2) seberapa jauh perguruan tinggi memberikan pelayanan yang akurat atau tidak *error*. Dengan kata lain *reliability* merupakan kemampuan pejabat, karyawan/dosen dalam memberikan pelayanan sesuai dengan yang dijanjikan (tepat waktu), dengan segera, relevan, dan akurat sehingga memuaskan mahasiswa. Contoh: pengembangan administrasi, kurikulum dan penawaran mata kuliah sesuai tuntutan keterampilan, profesi dan dunia kerja, perkuliahan berlangsung lancar sesuai jadwal, penilaian hasil studi obyektif, fair, dan tepat waktu.

Ketiga, *responsiveness* adalah dimensi kualitas pelayanan yang dinamis. Harapan mahasiswa terhadap kecepatan pelayanan hampir dapat dipastikan akan berubah dengan kecenderungan naik dari waktu ke waktu. *Responsiveness* merupakan kesediaan para pejabat, dosen/karyawan untuk membantu dan memberikan pelayanan sesuai kebutuhan mahasiswa. Contoh: pejabat mudah ditemui untuk diminta bantuan, dosen mudah ditemui untuk keperluan konsultasi, proses belajar mengajar berlangsung interaktif dan variatif serta memungkinkan para mahasiswa mengembangkan kapasitas dan kreativitas, pengelola memberi fasilitas yang memadai sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dan dunia kerja.

Dimensi keempat dari 5 dimensi kualitas pelayanan yang menentukan kepuasan pelanggan adalah *assurance*, yaitu dimensi jaminan kualitas yang berhubungan dengan kemampuan institusi dan perilaku *front-line* staf dalam menanamkan rasa percaya dan keyakinan kepada para mahasiswa. *Assurance* mencakup kompetensi, pengetahuan, keterampilan, kesopanan, hormat terhadap setiap orang, dan sifat percaya yang dimiliki para staf. Contoh: para dosen menyampaikan kuliah sesuai dengan bidang keahlian/pengalamannya, dosen selalu berusaha menambah wawasan dengan membaca, menghadiri seminar, mengikuti pelatihan, studi lanjut, melakukan penelitian, memiliki sikap dan perilaku baik, serta seluruh jajaran, dan organisasi mencerminkan profesionalisme sesuai dengan yang diatur dalam standar. Berdasarkan banyak riset, ada 4 aspek dari dimensi ini, yaitu keramahan, kompetensi, kredibilitas, dan keamanan.

Kelima, empati adalah kemampuan pejabat, karyawan/dosen sehingga memberi pelayanan sepenuh hati, antara lain kemudahan dalam berkomunikasi, perhatian secara pribadi dan pemahaman akan kebutuhan spesifik individual mahasiswa. Contoh: dosen berusaha mengenal nama mahasiswanya, dosen penasihat akademis sungguh-sungguh berperan sebagai konselor, dan sebagai supervisor bukan sekedar editor bahasa, dan pejabat mudah dihubungi baik di ruang kerja, via telepon, email dan sebagainya. Empati ini berkaitan dengan teori perkembangan kebutuhan manusia dari Maslow. Pada tingkat kebutuhan semakin tinggi, kebutuhan manusia tidak lagi dengan hal-hal yang primer seperti kebutuhan fisik, keamanan dan sosial terpenuhi, maka dua kebutuhan lagi akan dikejar oleh manusia yaitu kebutuhan akan ego dan aktualisasi diri. Dua kebutuhan terakhir inilah yang banyak berhubungan dengan dimensi empati.

Di bidang pendidikan, ekonomi, bisnis maupun manajemen, penilaian yang baik memerlukan pengukuran yang dapat diandalkan atau dipercaya. Demikian juga pada bidang pendidikan dan psikologi. Menurut Naga (1992) untuk pengukuran pendidikan dan psikologi mencakup beberapa hal. Pertama, mengukur ciri terpendam yang tak terlihat yang ada pada responden. Kedua, untuk mengukur ciri terpendam tersebut responden diberi stimulus berupa kuesioner atau alat ukur yang tepat. Ketiga, stimulus direspons oleh responden dengan harapan respons mencerminkan dengan benar ciri terpendam yang ingin diukur. Keempat, respons diskor dan dapat ditafsirkan secara memadai. Kemudian, perlu dipertanyakan sejauh manakah skor yang diperoleh dapat mencerminkan secara tepat ciri terpendam yang hendak diukur? Apakah instrumen yang dipakai sebagai stimulus itu mampu mengungkap secara benar ciri terpendam yang tak tampak itu? Kedua pertanyaan tersebut berkenaan dengan validitas. Sedang yang berkaitan dengan reliabilitas, apakah tanggapan yang diberikan oleh para peserta sudah dapat dipercaya untuk digunakan sebagai bahan penskoran bagi atribut psikologis itu?

Menurut Wiersma (1986), reliabilitas ialah konsistensi suatu instrumen mengukur sesuatu yang hendak diukur. Reliabilitas menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran dengan alat tersebut dapat dipercaya. Oleh karena itu reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Bila suatu instrumen dipakai berulang-ulang untuk mengukur gejala yang sama dan hasil yang diperoleh relatif stabil atau konsisten, maka instrumen tersebut terdapat. Dengan kata lain hasil pengukuran itu diharapkan sama apabila pengukuran diulang.

Dengan pendekatan varians, Kerlinger (2000) menyusun dua definisi tentang reliabilitas: (1) adalah proporsi varians “yang sebenarnya” terhadap varians total yang diperoleh untuk data yang didapatkan dengan suatu instrumen pengukur dan dapat dituliskan dalam persamaan $r_{tt} = v_{\infty} / v_t$

dengan catatan v_{∞} adalah varians murni dan v_t adalah varians total, dan (2) adalah proporsi varians keliru yang dihasilkan dengan suatu instrumen pengukur yang dikurangkan pada 1.00, dengan indeks 1.00 menunjukkan koefisien reliabilitas sempurna, dan dapat ditulis dengan persamaan $r_{tt} = 1 - v_e/v_t$, di mana v_e adalah varians keliru dan v_t adalah varians total. Oleh karena itu reliabilitas merupakan indeks yang menunjukkan sejauh mana suatu alat pengukur dapat dipercaya atau dapat diandalkan.

Secara garis besar ada tiga kategori besar dalam pengukuran reliabilitas: (1) tipe stabilitas (misalnya: tes ulang, bentuk paralel, dan bentuk alternatif), (2) tipe homogenitas atau internal konsistensi (misalnya: belah dua, Kuder-Richardson, *alpha* Cronbach, *theta* dan *omega*), dan (3) tipe ekuivalen (misalnya: butir-butir paralel pada bentuk alternatif dan reliabilitas antar penilai (*inter-rater reliability*)). Instrumen diberikan kepada sekelompok subjek satu kali lalu dengan cara tertentu dihitung estimasi reliabilitasnya. Pendekatan pengukuran satu kali ini menghasilkan informasi mengenai konsistensi internal instrumen. Konsistensi internal merupakan pernyataan-pernyataan tersebut mengukur aspek yang sama atau merefleksikan homogenitas butir-butir pernyataan.

Makin tinggi koefisien reliabilitas, makin dekat nilai skor amatan dengan skor yang sesungguhnya, sehingga nilai skor amatan dapat digunakan sebagai pengganti komponen skor yang sesungguhnya. Ukuran tinggi atau rendahnya koefisien reliabilitas tidak hanya ditentukan oleh nilai koefisien. Tafsiran tinggi rendahnya nilai koefisien diperoleh melalui perhitungan, ditentukan juga oleh standar pada cabang ilmu yang terlibat di dalam pengukuran itu. Makin tinggi koefisien reliabilitas suatu instrumen, maka kemungkinan kesalahan yang terjadi akan makin kecil kalau orang membuat keputusan berdasarkan skor yang diperoleh dalam instrumen tersebut.

Pada umumnya pengukuran karakteristik afektif memberikan koefisien reliabilitas yang lebih rendah daripada pengukuran ranah kognitif, karena karakteristik kognitif cenderung lebih stabil daripada karakteristik afektif. Menurut Gable (1986) koefisien reliabilitas instrumen ranah kognitif biasanya kira-kira 0,90 atau lebih, sedangkan koefisien reliabilitas instrumen ranah afektif kurang dari 0,70. Koefisien reliabilitas pada taraf 0,70 atau lebih biasanya dapat diterima sebagai reliabilitas yang baik (Litwin, 1995).^[10] Sedangkan menurut Naga (1992) koefisien reliabilitas yang memadai sebaiknya terletak di atas 0,75.

Pada setiap penelitian yang menggunakan pengukuran psikologis selalu menerapkan pengujian validitas dan reliabilitas. Namun dalam perjalanannya di bidang psikometri, para ahli belum ada kesepakatan tentang koefisien reliabilitas atau rumus yang mana untuk reliabilitas antar peneliti. Pertama, masih banyak peneliti yang dinilai cukup kompeten masih banyak yang kurang tepat dalam melaporkan reliabilitas hasil pengukuran mereka (Thompson, 1994).

Kedua, masalah yang muncul adalah penggunaan koefisien reliabilitas oleh para peneliti secara monoton tanpa mempertimbangan asumsi yang mendasari koefisien tersebut. Para peneliti tanpa sadar menggunakan koefisien *alpha* yang juga dengan tanpa sadar bahwa untuk koefisien ini memerlukan asumsi yang sulit dipenuhi. Jika asumsi tidak dipenuhi maka koefisien *alpha* yang dihasilkan adalah nilai di batas estimasi terendah. Banyak peneliti hanya terpaku pada penggunaan koefisien *alpha* dalam mengestimasi reliabilitas. Popularitas koefisien *alpha* Cronbach ini lahir karena faktor: 1) teknik komputasi relatif mudah, karena hanya memerlukan informasi berupa varians skor total, dan 2) distribusi sampling sudah diketahui sehingga penentuan interval kepercayaan pada populasi sangat dimungkinkan (Feld dan kawan-kawan, 1987).

Ketiga, permasalahan yang berhubungan dengan asumsi yang menjadi syarat dalam mengestimasi reliabilitas. Pada ranah empiris selain persyaratan adanya sifat paralel, persyaratan *tau-equivalent* merupakan tantangan yang cukup berat bagi peneliti dalam menyusun instrumen pengukuran. Hal ini didukung oleh Kamata dan kawan-kawan (2003) yang menemukan bahwa asumsi kesetaraan, daya diskriminasi antar komponen tes dan unidimensionalitas pengukuran merupakan hal relatif sulit dicapai. Jika asumsi *essentially tau-equivalent* tidak dapat dipenuhi maka koefisien *alpha* menghasilkan nilai reliabilitas yang sangat kecil, sehingga koefisien tersebut di bawah estimasi.

Keempat, wacana pengukuran adalah masalah unidimensionalitas pengukuran. Unidimensionalitas adalah aspek penting dalam mengestimasi reliabilitas. Hasil pengukuran psikologis yang bersifat unidimensi sangat sulit dicapai, terutama dalam konteks domain kepribadian yang kebanyakan memuat area *varians-varians traits* yang luas. Socan (2000) menulis bahwa analisis faktor yang dilakukan dari beberapa penelitian banyak kasus multidimensi dibanding dengan unidimensi.

Masalah asumsi bukan menjadi masalah utama dalam menyusun model konsistensi internal, namun masalah ini menjadi bahan kajian banyak peneliti dalam pengkajian reliabilitas. Seperti penelitian Vehkahliti (2000) yang menyimpulkan bahwa asumsi yang tidak cukup realistis pada teori skor murni klasik adalah asumsi unidimensionalitas skor murni yang secara praktis sulit dibuktikan. Jadi kajian multidimensionalitas pengukuran muncul ke permukaan karena banyak kasus ditemui bahwa juga adanya korelasi antar butir di dalam dimensi tersebut kadang-kadang lebih tinggi dibanding dengan korelasi antar butir dalam tes.

Pada pengembangan instrumen pengukuran dalam bidang pendidikan banyak mengasumsikan penggunaan pengukuran yang bersifat unidimensi yang secara konseptual dirumuskan bahwa hanya ada satu jenis faktor kemampuan, kepribadian, sifat, maupun sikap yang diukur oleh satu instrumen pengukuran. Tetapi, banyak penelitian menunjukkan bahwa asumsi unidimensi tersebut sulit dipenuhi dengan ditemukannya beberapa faktor baru yang ikut diukur dalam satu instrumen. Dengan kata lain, instrumen yang bersifat psikologis yang sering dipakai peneliti cenderung bersifat multidimensi.

Beberapa alasan pentingnya pengukuran reliabilitas yang bersifat multidimensi seperti dikemukakan oleh Widhiarso dan Mardapi (2010) dengan uraian sebagai berikut: pertama, karakteristik konstruk psikologis yang umumnya bersifat multidimensi. Kedua, adanya pelibatan aspek-aspek dalam penyusunan instrumen psikologis biasanya diawali dengan penurunan butir-butir dari beberapa aspek teoretis dan kecenderungannya bersifat multidimensi. Ketiga, jumlah butir di dalam instrumen. Jumlah butir yang terlalu banyak dapat menambah potensi penambahan *varians error* dalam butir sehingga memunculkan dimensi baru dari dimensi yang ditetapkan semula. Jumlah butir dan juga bentuk skala mempengaruhi sikap responden terhadap butir yang kemudian mempengaruhi tanggapan mereka terhadap instrumen. Keempat, teknik penulisan butir. Spector dan kawan-kawan (1997) menemukan bahwa teknik penulisan butir yang memiliki arah yang terbalik antara positif (*favorable*) dan negatif (*unfavorable*) dapat membentuk dimensi ukur baru padahal dalam pengambilan data banyak skala psikologi menggunakan teknik penulisan butir yang berbeda arah. Kelima, satuan pengukuran yang berbeda. Pengukuran bidang psikologis cenderung memiliki satuan ukur yang berbeda antara butir satu dengan butir lainnya memiliki kapabilitas yang berbeda sebagai indikator konstruk ukur. Kondisi ini akan menyebabkan hasil pengukuran cenderung bersifat multidimensi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengukuran psikologis, baik mengukur konstruk kognitif maupun nonkognitif sangat rentan terhadap kemajemukan atribut yang diukur (multidimensi). Selanjutnya dengan memahami kecenderungan pengukuran psikologis lebih pada model pengukuran multidimensi dibandingkan dengan model unidimensi, maka diharapkan proses pengukuran psikometris juga melibatkan teknik analisis yang menggunakan model multidimensi.

Selanjutnya menurut Latan (2012), model persamaan struktural atau *Structural Equation Modeling* (SEM) merupakan suatu teknik analisis *multivariate* generasi kedua yang menggabungkan antara analisis faktor dan analisis jalur sehingga memungkinkan peneliti untuk menguji dan mengestimasi secara simultan hubungan antara *multiplexogenous* dan *endogenous* variabel dengan banyak indikator. Hasil penelitian Joreskog pada tahun 1970an membawa teori statistika pada analisis struktural linear yang lebih dikenal dengan sebutan model persamaan struktural atau SEM. Sumber penting yang digunakan dalam menganalisis adalah struktur kovarian sehingga terkadang pendekatan ini dinamakan dengan *covariant structure model* (CSM). Model yang disusun memuat variabel tak terukur yang dinamakan dengan konstruk laten yang dibangun oleh serangkaian variabel terukur yang dinamakan dengan konstruk terukur. *Error* pengukuran yang merefleksikan reliabilitas skor pengukuran dilihat sebagai konstruk unik dan menjadi bagian yang penting dalam analisis SEM, *error* pengukuran yang dilibatkan dalam analisis SEM inilah yang

kemudian menjadi kelebihan SEM dibanding dengan teknik analisis lainnya (Capraro, *et al.*, 2001). SEM dapat mengestimasi *varians error* skor hasil pengukuran secara aktual mengestimasi reliabilitas. Menurut Gefen *et al.*, (2001), SEM sebagai teknik statistik multivariat yang mengkombinasikan antara regresi berganda yang mengidentifikasi hubungan antara konstruk dan analisis faktor yang mengidentifikasi konsep tak terukur melalui beberapa indikator manifest yang keduanya dipakai secara simultan.

SEM memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan teknik analisis lainnya. Dalam menguji hubungan antara variabel, SEM secara otomatis mereduksi efek error pengukuran. Capraro *et al.*, (2001) mengatakan bahwa pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dipengaruhi oleh efek atenuasi. Nilai efek ini tidak dapat melebihi batas koefisien reliabilitas skor tes yang digunakan. Pendekatan pertama adalah koreksi korelasi atenuasi yang disebabkan oleh *error* pengukuran dan pendekatan kedua adalah model persamaan struktural dalam konteks analisis faktor konfirmatori. Lee dan Song (2001) mengatakan bahwa SEM adalah salah satu pendekatan untuk menegaskan model pengukuran. Pada model pengukuran SEM menghubungkan antara konstruk laten dengan dengan konstruk empirik. Konstruk empirik dinyatakan oleh kombinasi konstruk laten. Disamping dapat dan mampu menangani *generalizability theory* dan *item response theory*, SEM mampu membandingkan model pengukuran dan memfasilitasi investigasi ketepatan model.

SEM mempunyai dua komponen dasar. Pertama, model pengukuran didefinisikan sebagai hubungan antara variabel laten dan sekelompok variabel penjelas yang dapat diukur langsung. Kedua, model struktural didefinisikan sebagai hubungan antara variabel laten yang tidak dapat diukur secara langsung. Variabel-variabel tersebut juga dibedakan sebagai variabel bebas dan variabel tidak bebas.

Semua variabel tersebut dikelompokkan ke dalam 4 bagian, yaitu q variabel penjelas bebas, p variabel penjelas tidak bebas, n variabel laten bebas, dan m variabel laten tidak bebas. Variabel laten tak bebas dan variabel laten bebas mempunyai hubungan linier struktural sebagai berikut:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (1) \text{ (Wiyanto, 2008)}$$

Keterangan:

B = matriks koefisien variabel laten tidak bebas berukuran $m \times m$

Γ = matriks koefisien variabel laten bebas berukuran $m \times m$

η = vektor variabel laten tak bebas berukuran $1 \times m$

ξ = vektor variabel laten bebas berukuran $1 \times n$

ζ = vektor sisaan acak berukuran $1 \times m$

Hal ini berimplikasi $E(\eta) = E(\zeta) = 0$, $E(\xi) = 0$ dan diasumsikan ζ tidak berkorelasi dengan ξ serta $(I-B)$ tak singular.

Ada dua persamaan matriks yang digunakan untuk menjelaskan model pengukuran.

Persamaan pertama untuk variabel penjelas tidak bebas yaitu :

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2) \text{ (Wiyanto, 2008)}$$

Keterangan:

y = vektor variabel penjelas tidak bebas yang berukuran $p \times 1$

Λ_y = matriks koefisien yang mengindikasikan pengaruh variabel laten tak bebas terhadap variabel penjelas tak bebas yang berukuran $p \times m$

η = vektor variabel laten tak bebas yang berukuran $m \times 1$

ε = vektor kesalahan pengukuran variabel penjelas tidak bebas yang berukuran $p \times 1$

Persamaan kedua untuk variabel penjelas bebas yaitu:

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (3) \text{ (Wiyanto, 2008)}$$

Keterangan:

x = vektor variabel penjelas tidak bebas yang berukuran $q \times 1$

Λ_x = matriks koefisien yang mengindikasikan pengaruh variabel laten tak bebas terhadap variabel penjelas tak bebas yang berukuran $q \times n$

ξ = vektor variabel laten bebas yang berukuran $n \times 1$

δ = vektor kesalahan pengukuran variabel penjelas bebas yang berukuran $q \times 1$

Kesalahan pengukuran ε dan δ dianggap tidak berkorelasi satu sama lain, serta tidak berkorelasi dengan variabel-variabel laten. Gefen *et al.* (2001) mengatakan bahwa model pengukuran adalah sub model di dalam SEM yang mengidentifikasi konstruk laten dengan indikator-indikatornya yang dapat dipakai untuk mengetahui reliabilitas setiap konstruk yang dilibatkan dalam model.

SEM juga dapat mengidentifikasi reliabilitas konstruk yang terlihat melalui nilai butir *loading* yang dihasilkan. Berdasarkan perspektif SEM reliabilitas konstruk dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut:

$$CR = \frac{\left(\sum_{i=1}^i \lambda_i \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^i \lambda_i \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^i \delta \right)}$$

Keterangan:

CR = reliabilitas konstruk

λ_i = *factor loading* terstandarisasi indikator ke- i

δ = *error standar* pengukuran

McDonald (1981) merumuskan sebuah koefisien reliabilitas yang kemudian diberi nama koefisien reliabilitas skor komposit McDonald yang juga dinamakan koefisien omega (ω). Koefisien reliabilitas ini berbasis pada analisis faktor konfirmatori yang merupakan bagian dari menu pemodelan SEM. Reliabilitas skor komposit McDonald ini menjelaskan besarnya proporsi indikator dalam menjelaskan konstruk ukur. Adapun formula untuk mendapatkan koefisien reliabilitas konstruk adalah sebagai berikut:

$$\omega = \frac{\left(\sum_{i=1}^i \lambda_i \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^i \lambda_i \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^i 1 - \lambda_i^2 \right)}$$

Keterangan:

λ_i = *factor loading* terstandarisasi indikator ke- i

Bila dibandingkan antara reliabilitas konstruk dengan reliabilitas skor komposit McDonald akan memberikan hasil yang sama karena $\delta = 1 - \lambda^2$.

Koefisien reliabilitas multidimensi berikut merupakan koefisien reliabilitas konstruk yang dikembangkan oleh Hancock dan Mueller (2000), yang menunjukkan seberapa jauh indikator instrumen mampu merefleksikan konstruk yang hendak diukur. Koefisien ini merupakan modifikasi dari koefisien reliabilitas konstruk McDonald yang tidak mampu mengakomodasi bobot yang berbeda antardimensi. Hasil modifikasi dinamakan koefisien reliabilitas konstruk berbobot sebagai berikut:

$$\Omega_w = \frac{\sum_{i=1}^p \frac{l_i^2}{(1-l_i^2)}}{1 + \sum_{i=1}^p \frac{l_i^2}{(1-l_i^2)}}$$

Keterangan:

l_i = koefisien dimensi ke- i terstandar

Koefisien reliabilitas ini dapat diartikan sebagai korelasi kuadrat antara dimensi dengan skor komposit linier optimal, sehingga beberapa ahli menamakannya dengan reliabilitas maksimal (*maximal reliability*).

Pada penelitian Widhiarso dan Mardapi (2010) model multidimensi untuk koefisien reliabilitas memiliki ketepatan pengukuran yang tinggi bila dibandingkan dengan reliabilitas unidimensi. Oleh karena itu dalam penelitian ini, peneliti hanya difokuskan pada koefisien konsistensi internal seperti α untuk reliabilitas unidimensi dan ω , CR dan Ω_w .

Berdasarkan uraian di atas maka untuk organisasi pendidikan seperti Universitas Negeri Jakarta (UNJ) dimunculkan berbagai pertanyaan seperti: Bagaimanakah reliabilitas internal konsistensi multidimensi dari instrumen pengukur kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal? Bagaimanakah komparasi antara reliabilitas multidimensi dan unidimensi? Manakah yang lebih akurat sebagai pengukur reliabilitas?

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu konstruksi tingkat kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal. Konstruksi tersebut berupa kuesioner yang objektif, valid dan reliabel. Selanjutnya pengukuran ini akan bermanfaat bagi FT UNJ sebagai berikut:

- (1) memiliki rasa berhasil dan berprestasi, yang kemudian diterjemahkannya menjadi pelayanan yang prima kepada mahasiswa,
- (2) dapat dijadikan dasar menentukan standar kinerja dan standar prestasi yang harus dicapai, yang akan mengarahkan FT UNJ menuju kualitas yang semakin baik dan kepuasan mahasiswa yang meningkat,
- (3) memberikan umpan balik segera kepada pelaksana atau institusi,
- (4) memberitahu kepada institusi apa yang harus dilakukan untuk memperbaiki kualitas dan kepuasan mahasiswa serta bagaimana harus melakukannya, dan
- (5) memotivasi institusi untuk melakukan dan mencapai tingkat produktivitas yang lebih tinggi.

2. METODE

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Survei digunakan di dalam pengumpulan data dan tidak dibuat perlakuan (*treatment*) atau pengkondisian terhadap variabel yang diteliti, namun hanya mengungkap fakta berdasarkan gejala yang ada pada mahasiswa ataupun responden yang lainnya. Survei sampel di dalam penelitian ini merupakan survei sampel terhadap hal-hal yang tidak nyata (*intangible*) yakni bila survei menyangkut pengukuran konstruk psikologis atau sosiologis dan membandingkan anggota-anggota populasi yang besar dimana variabelnya tidak dapat langsung diamati. Oleh karena penelitian ini mengukur konstruk psikologis secara tidak langsung dari sampel populasi, maka jelas penelitian ini disebut survei sampel terhadap hal-hal yang tidak nyata (*sample survey of intangibles*).

Instrumen dalam penelitian skala dibuat dua kolom dengan rincian, untuk kolom pertama ini merupakan kenyataan (realitas) atau fakta yang ada dan dipersepsi oleh mahasiswa terhadap kualitas pelayanan yang memuaskannya dengan lima alternatif jawaban mulai dari sangat tidak puas (STPs) nilai 1, tidak puas (TPs) nilai 2, netral (N) nilai 3, puas (Ps) nilai 4, dan sangat puas (SPs) nilai 5. Penskalaan ini untuk instrumen kinerja. Untuk kolom kedua, harapan mahasiswa terhadap institusi dengan skala lima alternatif berdasarkan tingkat kepentingan mahasiswa dengan

jawaban mulai dari sangat tidak penting (STPt) nilai 1, tidak penting (TPt) nilai 2, Biasa-biasa (Bb) nilai 3, penting (Pt) nilai 4, dan sangat penting (SPt) nilai 5. Sedangkan ini untuk penskalaan instrumen harapan. Penelitian ini akan dilaksanakan di FT UNJ pada tahun 2005 pada dari bulan Mei sampai dengan Juli 2005, terdiri dari 75 mahasiswa Jurusan Teknik Mesin. Jadi bisa dikatakan data penelitian ini data *ex post facto*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Reliabilitas Multidimensi Untuk Instrumen Kinerja

Instrumen kinerja ini terdiri atas 30 butir pernyataan kuesioner kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal. Ketiga puluh butir instrumen ini merupakan hasil penelitian yang telah divalidasi oleh peneliti sendiri yang semula 33 butir dan gugur 1 butir. Instrumen yang terdiri dari 30 butir ini dapat dirinci sebagai berikut: 6 butir untuk dimensi *tangible*, 7 butir *reliability*, 5 butir *responsiveness*, 7 butir *assurance*, dan 5 butir *empathy*. Untuk reliabilitas konsistensi internal alpha Cronbach diperoleh langsung menggunakan program SPSS sebesar 0,934.

Untuk reliabilitas skor komposit McDonald, dengan menggunakan program LISREL 8.7 dan Excel didapat: $\sum_{i=1}^i \lambda_i = 19,000$ dan $\sum_{i=1}^i 1 - \lambda_i^2 = 17,733$; jadi

$$\omega = \frac{(19,000)^2}{(19,000)^2 + (17,733)} = 0,953.$$

Reliabilitas konstruk diperoleh hasil yang sama sebagai berikut: $\sum_{i=1}^i \lambda_i = 19,000$ dan

$$\sum_{i=1}^i \delta = 17,800; \text{ jadi } CR = \frac{(19,000)^2}{(19,000)^2 + (17,800)} = 0,953.$$

Berikut untuk reliabilitas berbobot, dengan menggunakan dengan menggunakan program LISREL 8.7 dan Excel diperoleh: $\sum_{i=1}^p \frac{l_i^2}{(1-l_i^2)} = 15,515$, sehingga dapat dihitung sabagai berikut:

$$\Omega_w = \frac{15,515}{1+15,515} = 0,939.$$

3.2. Reliabilitas Multidimensi Untuk Instrumen Harapan

Instrumen harapan ini terdiri atas 30 butir pernyataan kuesioner tingkat kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal. Untuk reliabilitas konsistensi internal alpha Cronbah diperoleh langsung menggunakan program SPSS sebesar 0,934.

Untuk reliabilitas skor komposit McDonald, dengan menggunakan dengan menggunakan program LISREL 8.7 dan Excel diperoleh: $\sum_{i=1}^i \lambda_i = 19,940$ dan $\sum_{i=1}^i 1 - \lambda_i^2 = 16,530$; jadi

$$\omega = \frac{(19,940)^2}{(19,940)^2 + (16,559)} = 0,960.$$

Reliabilitas konstruk diperoleh hasil yang sama sebagai berikut: $\sum_{i=1}^i \lambda_i = 19,940$ dan

$$\sum_{i=1}^i \delta = 16,530; \text{ jadi } CR = \frac{(19,940)^2}{(19,940)^2 + (16,530)} = 0,960.$$

Berikut untuk reliabilitas berbobot, dengan menggunakan dengan menggunakan program LISREL 8.7 dan Excel diperoleh: $\sum_{i=1}^p \frac{l_i^2}{(1-l_i^2)} = 17,785$, dan sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Omega_w = \frac{17,785}{1+17,785} = 0,947.$$

Dari hasil uraian di atas dapat dirangkum dalam bentuk Tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Rangkuman Hasil

Reliabilitas	α	$CR = \omega$	Ω_w
Kinerja	0,934	0,953	0,939
Harpan	0,934	0,960	0,947

Perhitungan untuk dua buah instrumen di atas diperoleh koefisien reliabilitas multidimensi relatif lebih tinggi atau lebih tepat dibandingkan dengan koefisien reliabilitas unidimensi. Hal ini belum ada kesepakatan antar ahli psikometri. Namun di kalangan peneliti di Indonesia sebaiknya setelah mengetahui alat yang paling tepat sebaiknya mulai memakai/menggunakan alat tersebut secara benar dan memadai.

Memang sebagian besar peneliti di kalangan dosen maupun mahasiswa S2 maupun S3 belum mengetahui formula untuk menghitung koefisien reliabilitas konstruk, omega ataupun reliabilitas maksimal tersebut. Jadi kali ini saatnya untuk mengenalkan dan juga menggunakan formula tersebut. Dengan alasan sudah tahu rumusnya dan kebanyakan konstruk psikologis, kepribadian, pendidikan, dan sosial adalah multidimensi, sehingga seluruh peneliti baik mahasiswa maupun dosen berkembang dan makin berkembang untuk menggali lebih dalam lagi tentang koefisien reliabilitas yang lainnya.

Interpretasi koefisien reliabilitas merupakan evaluasi kecermatan skor tes, bukan sekedar keajegannya saja. Juga dalam menginterpretasikan tingginya koefisien reliabilitas, paling tidak ada dua hal yang perlu dipahami, yakni: (1) reliabilitas yang diestimasi dengan menggunakan suatu kelompok subjek dalam situasi tertentu akan menghasilkan koefisien yang tidak sama dengan estimasi tes tersebut pada kelompok subjek lain, dan (2) koefisien reliabilitas hanyalah mengindikasikan besarnya inkonsistensi skor hasil pengukuran, bukan menyatakan langsung sebab-sebab inkonsistensi itu.

Pengukuran bidang pendidikan merupakan sesuatu yang cukup rumit. Berbagai tulisan di dalam jurnal pengukuran pendidikan berkisar pada cara pengukuran yang diharapkan memberikan hasil yang valid, reliabel, dan akurat. Usaha para pakar tidaklah mudah karena para pakar tersebut makin lama membawa pengukuran pendidikan itu jauh ke dalam kawasan matematika. Tanpa menguasai dengan baik matematika yang tinggi dan rumit, kita tidak dapat memahami berbagai jurnal pengukuran pendidikan.

Sejauh ini, kita sangat tertinggal di bidang pengukuran pendidikan. Sangat sedikit pakar ilmu pendidikan yang mampu memahami isi jurnal pengukuran pendidikan yang bertaburkan matematika tingkat tinggi. Oleh karena itu perlu diusahakan peningkatan para pakar ilmu pendidikan di bidang pengukuran pendidikan.

Usaha itu dapat dimulai dengan mengubah persepsi kita selama ini yang sejak lama, para pendidik dikalangan kita memiliki anggapan bahwa ilmu pendidikan dan psikologi tidak memerlukan matematika. Matematika adalah garapan MIPA dan Teknik dan bukan garapan ilmu pendidikan. Kini, berhadapan dengan pengukuran pendidikan para pendidik dikalangan kita perlu mengubah persepsi mereka terhadap matematika. Para pendidik perlu menyadari bahwa ada bagian ilmu pendidikan yang hampir tidak menggunakan matematika, tetapi ada juga bagian ilmu pendidikan yang sangat memerlukan matematika, seperti contoh di atas statistika multivariat yang memerlukan kemampuan matematika tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ujicoba di dalam penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: pertama, kepuasan mahasiswa sebagai pelanggan internal memiliki 5 dimensi yaitu: (a) sesuatu yang terwujud (*tangible*), (b) kehandalan (*reliability*), (c) daya tanggap (*responsiveness*), (d) jaminan (*assurance*), dan (e) empati (*empathy*). Oleh karena memiliki 5 dimensi tersebut penelitian mencoba menghitung koefisien reliabilitas konstruk dan omega serta reliabilitas maksimal yang memang sudah seharusnya bila koefisien reliabilitas multidimensi digunakan. Dengan kata lain pengukuran yang lebih tepat menggunakan koefisien reliabilitas konstruk, omega atau reliabilitas maksimal.

Saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut: pertama, estimasi instrumen ini perlu diuji lebih lanjut dengan menggunakan rumus lainnya yang tidak berbasis SEM. Kedua, oleh karena penelitian ini menggunakan skala lima maka bila perlu dilanjutkan menggunakan berbagai skala lain, misalnya skala diferensial semantik, skala dikotomi, skala Thurstone, dan sebagainya.

Ketiga, instrumen ini perlu diuji dengan menggunakan sampel yang lebih besar dengan populasi dan *setting* yang lebih luas serta melibatkan beberapa propinsi sekaligus, juga dengan jenjang sekolah dan jenis universitas atau perguruan tinggi yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Capraro, M. M., Capraro, R. M. & Herson, R. K. (2001). Measurement error of score on the mathematics anxiety rating scale across studies. *Educational and Psychological Measurement*, 61: 373–386.
- Feld, I. S., Woodruff, D. J. & Salih, F. A. (1987). Statistical inference for coefficient alpha. *Applied Psychological Measurement*, Vol. II: 93 – 103.
- Gable, R. K. (1986). *Instrument development in the affective domain*. Amsterdam: Kluwer Nijhoff Publishing.
- Geffen, D., Straub, D. W. & Boudreau, M. D. (2001). Structural equation modeling and regression: guidelines for research practice. *Communications of AIS*, Volume 4: Article 7.
- Hancock, G. R. & Mueller, R. O. (2000). Rethinking construct reliability within latent variable systems. Di dalam *Structural equation modeling: present and future*, R. Cudek, S. H. C. duToit, dan D. F. Sorbom (Eds.), Chicago: Scientific Software International.
- Idrus, N., et al., (2000). *Quality assurance*. Jakarta: Directorate General of Higher Education.
- Kamata, A., Turhan, A. & Darandari, E. (April 2003). *Estimating reliability for multidimensional composite scales scores*. Paper presented in Annual Meeting of American Educational Research Association at Chicago.
- Kerlinger, F. N. (2000). *Asas-asas penelitian behavioral*, terjemahan Landung Simatupang. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Latan, Hengky. (2012). *Structural equation modeling konsep dan aplikasi menggunakan program Lisrel 8.80*. Bandung: Alfabeta.
- Lee, S. Y. & Song, X. Y. (January 2001). Hypothesis testing and model comparison in two-level structural equation model. *Multivariate Behavioral Research*, Volume 36 (4): 639–655.
- Lewis, R. G. & Smith, D. H. (1994). *Total quality in higher education*. Florida: St. Lucie Press.
- Litwin, M. S. (1995). *How to measure survey reliability and validity*. London: Sage Publications.

- McDonald, R. P. (1981). The dimensionality of test and items. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 34: 100 – 117.
- Naga, D. S. 1992. *Teori Sekor*. Jakarta:Gunadarma Press.
- Parasuraman, A. 1988. Servqual: A Multi-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, Vol. 64(1): 12 – 37.
- Parasuraman, A., Zeinhaml, V. A. & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, Vol. 49: 41 – 50.
- Socan, G. (2000). Assessment of reliability when test items are not essentially t-equivalent. Di dalam *Development in Survey Methodology*, Anuska Feligoy and Andrej Mrvar (Eds.), Ljubljana: FDV.
- Spector, P., Brannick, P. & Chen, P. (1997). When two factors don't reflect two constructs: how item characteristics can produce artifictual factors. *Journal of Management*, Vol. 23 (5): 659 – 668.
- Thompson, B. (1994). Guidelines for author. *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 54: 837 – 847.
- Vehkalahti, K. (2000). *Reliability of measurement scales tarkkonnen's general method supersedes cronbach's alpha*. Academic Dissertation, University of Helsinki.
- Widhiarso, W. & Mardapi, D. (2010). Komparasi ketepatan estimasi koefisien reliabilitas teori skor murni klasik. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, Vol. 14 (1): 1 – 19.
- Widhiarso, Wahyu. (2009). Koefisien reliabilitas pada pengukuran kepribadian yang bersifat multidimensi. *Psikobuana*, Vol. 1 (1): 39 – 48.
- Wiersma, W. (1986). *Research methods in education: an introduction*. London: Allyn and Bacon, Inc.
- Wijanto, Setyo Hari. (2008). *Structural equation modeling dengan LISREL 8.8*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zeinhaml, V. A., Parasuraman, A. & Berry, L. L. (1990). *Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations*. New York: The Free Press.

PENGUJIAN ALJABAR ABSTRAK *RING*, *FIELD* MENGUNAKAN PROGRAM KOMPUTER

Ngarap Im Manik ¹⁾, Fransisca Fortuanatadewi ²⁾, Don Tasman ³⁾

1,2 &3 Jurs. Matematika – Binus University Jl.Kebon Jeruk Raya 27 Jakarta 11530
manik@binus.edu

ABSTRAK

Aljabar Abstrak adalah ilmu yang mempelajari struktur aljabar. Beberapa cabang dari struktur aljabar misalnya grup, *ring*, *field* sulit dipelajari dan kurang diminati, karena sifatnya yang abstrak. Untuk membantu mempermudah proses pembelajaran struktur aljabar sehingga menjadi lebih menarik, dikembangkanlah suatu aplikasi program komputer yang dapat membantu pengujian struktur aljabar tersebut. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan pengujian struktur aljabar dapat semakin mudah, cepat dan teliti. Aplikasi pengujian ini menggunakan Tabel *Cayley* sebagai jembatan penghubung antara pengguna dengan program. Program pengujian struktur aljabar ini terbatas pada pengujian struktur aljabar *ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian, *field*, sub-*ring*, ideal, homomorfisma *ring*, epimorfisma *ring*, monomorfisma *ring*, dan isomorfisma *ring* dengan menggunakan bahasa *Java* yang berbasis *open source*. Hasil pengujian program menunjukkan bahwa pengujian untuk topik di atas menunjukkan hasil yang benar dengan waktu proses yang relative singkat bila dibandingkan dengan pengujian secara manual.

Kata kunci : *ring*, *field*, ideal, homomorfisma, struktur aljabar, *Cayley*

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan bidang studi yang luas, yang mempelajari sifat-sifat dan interaksi antar objek ideal. Beberapa bidang studi yang telah dikenal luas antara lain logika, kalkulus, aljabar, optimasi, probabilitas, dan statistika.(Weisstein E.2012). Aljabar sebagai salah satu cabang utama ilmu matematika, mempelajari aturan-aturan operasi dan relasi dari himpunan, serta kemungkinan bentukan dan konsep yang muncul dari aturan-aturan tersebut. Sedangkan aljabar abstrak (disebut pula aljabar modern) merupakan salah satu cabang dari aljabar, yang secara khusus mempelajari struktur aljabar, seperti grup, *ring*, dan *field*.

Dikarenakan sifatnya yang abstrak, struktur aljabar tidaklah mudah untuk dipelajari yang mengakibatkan kurang diminati. Sehubungan dengan hal itu dikembangkanlah suatu aplikasi program komputer yang dapat membantu pengujian struktur aljabar tersebut. Dengan bantuan program komputer ini diharapkan pembelajaran terhadap struktur aljabar ini dapat dipermudah, sehingga orang awam akan tertarik untuk mempelajarinya karena proses perhitungannya dapat dilakukan dengan lebih mudah, cepat dan teliti, dibandingkan dengan pengujian manual.(Manik, 2010).

Mengingat ruang cakupan dari struktur aljabar ini sangat luas, maka dalam makalah ini lingkup masalah yang di uji hanya mencakup struktur aljabar terbatas yang meliputi: *ring*, pembagian *ring* (*sub ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian/ *division ring*, homomorfisma *ring*, epimorfisma *ring*, *ring embeddings*/ monomorfisma *ring*, isomorfisma *ring*) dan *field*..(Dewi, 2011).

Tujuan dari perancangan ini adalah dihasilkannya sebuah program aplikasi yang dapat melakukan pengujian struktur aljabar disertai rincian dari hasil yang diperoleh dengan input himpunan anggota berupa karakter. Program ini diharapkan dapat menjadi alat bantu dalam pengujian struktur aljabar *ring*, pembagian *ring* (*sub ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian/*division ring*, homomorfisma *ring*, epimorfisma *ring*, *ring embeddings*/monomorfisma *ring*, isomorfisma *ring*), dan *field*, sehingga dapat mempermudah, mempercepat, serta meningkatkan ketelitian dalam pengujian struktur

aljabar. Selain itu dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian dan pengembangan aplikasi struktur aljabar selanjutnya.

Ring

Ring adalah suatu struktur aljabar yang terdiri dari dua operasi biner yaitu penjumlahan dan perkalian, di mana terhadap penjumlahan struktur tersebut merupakan grup abelian, terhadap perkalian struktur tersebut merupakan semigrup dan operasi perkalian bersifat distributif terhadap operasi penjumlahan.

Suatu *ring* $(R, +, \times)$ adalah suatu himpunan tak kosong R dengan operasi biner penjumlahan $(+)$ dan perkalian $(\times)$ pada R yang memenuhi aksioma-aksioma berikut.

1. Terhadap penjumlahan $(+)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a + b) + c = a + (b + c)$.
 - Mempunyai unsur kesatuan: Adanya elemen identitas α sedemikian hingga $a + \alpha = \alpha + a = a$.
 - Mempunyai invers: Untuk setiap $a \in R$ terdapat b sedemikian hingga $a + b = b + a = \alpha$.
 - Komutatif: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b = b + a$.
2. Terhadap perkalian $(\times)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a \times b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$.
3. Distributif perkalian $(\times)$ terhadap penjumlahan $(+)$; Untuk setiap $a, b, c \in R$, jika memenuhi:
 Distributif Kiri : Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$
 Distributif Kanan: Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $(a + b) \times c = (a \times c) + (b \times c)$
 maka R bersifat distributif perkalian terhadap penjumlahan. (Gilbert, 2004:155)

Ring Komutatif

Ring komutatif atau gelanggang komutatif adalah suatu *ring*, di mana terhadap penjumlahan struktur tersebut merupakan grup abelian, terhadap perkalian struktur tersebut merupakan semigrup komutatif dan operasi perkalian bersifat distributif terhadap operasi penjumlahan.

Suatu *ring* komutatif $(R, +, \times)$ adalah suatu himpunan tak kosong R dengan operasi biner penjumlahan $(+)$ dan perkalian $(\times)$ pada R yang memenuhi aksioma-aksioma berikut.

- a. Terhadap penjumlahan $(+)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a + b) + c = a + (b + c)$.
 - Mempunyai unsur kesatuan: Adanya elemen identitas α sedemikian hingga $a + \alpha = \alpha + a = a$.
 - Mempunyai invers: Untuk setiap $a \in R$ terdapat b sedemikian hingga $a + b = b + a = \alpha$.
 - Komutatif: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b = b + a$.
- b. Terhadap perkalian $(\times)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a \times b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$.
 - Mempunyai unsur kesatuan: Adanya elemen identitas β sedemikian hingga $a \times \beta = \beta \times a = a$.
 - Komutatif: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a \times b = b \times a$.
- c. Distributif perkalian $(\times)$ terhadap penjumlahan $(+)$
 Untuk setiap $a, b, c \in R$, jika memenuhi:
 ~ Distributif Kiri: Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$
 ~ Distributif Kanan: Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $(a + b) \times c = (a \times c) + (b \times c)$

maka R bersifat distributif perkalian terhadap penjumlahan. (Gilbert, 2004:156)

Field

Field adalah suatu struktur aljabar yang terdiri dari dua operasi biner yaitu penjumlahan dan perkalian, di mana himpunan terhadap penjumlahan, struktur tersebut merupakan grup abelian, himpunan tanpa nol dengan operasi perkalian merupakan grup abelian, dan operasi perkalian bersifat distributif terhadap operasi penjumlahan. Suatu *field* $(R, +, \times)$ adalah suatu himpunan tak kosong R dengan operasi biner penjumlahan $(+)$ dan perkalian $(\times)$ pada R yang memenuhi aksioma-aksioma berikut.

- a. R terhadap penjumlahan $(+)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a + b) + c = a + (b + c)$.
 - Mempunyai unsur kesatuan: Adanya elemen identitas α sedemikian hingga $a + \alpha = \alpha + a = a$.
 - Mempunyai invers: Untuk setiap $a \in R$ terdapat b sedemikian hingga $a + b = b + a = \alpha$.
 - Komutatif: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a + b = b + a$.
- b. R tanpa nol terhadap perkalian $(\times)$
 - Tertutup: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a \times b \in R$.
 - Asosiatif: Untuk setiap $a, b, c \in R$, maka $(a \times b) \times c = a \times (b \times c)$.
 - Mempunyai unsur kesatuan: Adanya elemen identitas β sedemikian hingga $a \times \beta = \beta \times a = a$.
 - Mempunyai invers: Untuk setiap $a \in R - \{0\}$ terdapat b sedemikian hingga $a \times b = b \times a = \beta$.
 - Komutatif: Untuk setiap $a, b \in R$, maka $a \times b = b \times a$.
- c. Distributif perkalian $(\times)$ terhadap penjumlahan $(+)$
 Untuk setiap $a, b, c \in R$, jika memenuhi:
 - Distributif Kiri: Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $a \times (b + c) = (a \times b) + (a \times c)$
 - Distributif Kanan: Untuk setiap $a, b, c \in R$ memenuhi $(a + b) \times c = (a \times c) + (b \times c)$
 maka R bersifat distributif perkalian terhadap penjumlahan.
 (Weisstein, Eric W. 2012, "Field.")

Sub Ring

Misalkan $(R, +, \times)$ adalah suatu *ring*, A adalah merupakan himpunan tidak kosong yang merupakan bagian dari R ($A \subseteq R$). Di bawah operasi yang sama dengan R , $(A, +, \times)$ membentuk suatu *ring*, himpunan A disebut *sub ring* dari himpunan R .
 (Weisstein, Eric W. 2012, "Subring.")

Sub Ring Ideal

Ideal adalah *sub ring* yang memiliki sifat istimewa yaitu tertutup terhadap perkalian unsur di luar *sub ring*. Suatu *sub ring* disebut ideal jika *sub ring* tersebut merupakan ideal kiri (tertutup terhadap perkalian unsur di sebelah kiri) dan ideal kanan (tertutup terhadap perkalian unsur di sebelah kanan). (Daniel, 2010:13-14)

Ring Pembagian (Division Ring)

Ring pembagian adalah suatu *ring*, di mana elemen-elemen tak nol-nya membentuk grup di bawah operasi $\times$. (Weisstein, Eric W. 2012, "Division Algebra.")

Homomorfisma Ring

Jika $(R, +, \times)$ dan $(S, +, \times)$ merupakan *ring*, maka suatu fungsi pemetaan $f: R \rightarrow S$ disebut homomorfisma jika:

- $f(a+b) = f(a) (+) f(b)$ untuk setiap $a, b \in R$
- $f(a+b) = f(a) (+) f(b)$ untuk setiap $a, b \in R$
- $f(\text{unkes } x) = \text{unkes } (x)$. (Malik, et al., 2007:158)

Epimorfisma Ring

Jika $(R, +, \times)$ dan $(S, (+), (\times))$ merupakan *ring*, maka suatu fungsi pemetaan $f: R \rightarrow S$ disebut monomorfisma jika pemetaan tersebut merupakan pemetaan homomorfisma dan bersifat onto (surjektif).
(Malik, et al., 2007:158)

Monomorfisma Ring (Ring Embeddings)

Jika $(R, +, \times)$ dan $(S, (+), (\times))$ merupakan *ring*, maka suatu fungsi pemetaan $f: R \rightarrow S$ disebut monomorfisma jika pemetaan tersebut merupakan pemetaan homomorfisma dan bersifat 1-1 (injektif).
(Malik, et al., 2007:165)

Isomorfisma Ring

Jika $(R, +, \times)$ dan $(S, (+), (\times))$ merupakan *ring*, maka suatu fungsi pemetaan $f: R \rightarrow S$ disebut monomorfisma jika pemetaan tersebut merupakan pemetaan homomorfisma dan bersifat 1-1 (injektif) dan onto (surjektif) (Malik, et al., 2007:159)

Tabel Cayley

Tabel *Cayley* adalah daftar yang dibuat untuk memperlihatkan operasi antar dua elemen pada himpunan terbatas. Contoh Tabel *Cayley* adalah sebagai berikut. (Daniel, 2010:16)

Tabel 1. Tabel Cayley Penjumlahan Modulo 5

$+_5$	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

2. METODE

Dalam proses perancangan program aplikasi, digunakan metode *Waterfall model* dengan tahapan adalah sebagai berikut : (Sheiderman, 2000)

2.1. Perancangan Layar

Pada tahap perancangan program pengujian struktur aljabar ini akan dibuat 4 tampilan. Rancangan desain dari tampilan layar-layar tersebut adalah sebagai berikut.

- Desain Layar Tampilan Prolog/Pembuka

Layar ini merupakan tampilan yang dilihat pengguna ketika program dijalankan oleh pengguna. Di dalam layar tampilan prolog terdapat judul program, identitas penulis, identitas dosen pembimbing, dan sebuah *JButton*. *JButton* ini berguna untuk menutup layar tampilan prolog dan membuka layar tampilan utama

- Desain Layar Pengujian *Ring*, *Ring* Komutatif, *Ring* Pembagian, dan *Field*.

Layar ini disediakan agar pengguna melakukan pengujian *ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian dan *field*. Pada layar ini terdapat tiga buah *sub-tab* utama, yaitu *sub-tab* "Input Data" yang memungkinkan pengguna memasukkan anggota elemen dan mengisi tabel *Cayley*, *sub-tab*

"*Analisis of Table Cayley*" yang memungkinkan pengguna melihat hasil pengujian terhadap tabel Cayley, dan sub-tab "*Analysis's Result*" untuk menampilkan kesimpulan dari hasil pengujian tabel Cayley. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Gambar 1. Rancangan tampilan sub-tab "*Input Data*"

- Desain Layar Pengujian Sub Ring dan Ideal.

Layar ini disediakan agar pengguna melakukan pengujian sub ring, dan ideal. Pada layar ini terdapat empat buah sub-tab utama, yaitu sub-tab "*Input the Elements*" yang memungkinkan pengguna memasukkan anggota elemen dua struktur aljabar yang hendak diuji, sub-tab "*Fill In the Table Cayley*" yang memungkinkan pengguna memasukkan isi tabel Cayley untuk kedua struktur aljabar, sub-tab "*Sub Ring Testing Result*" yang menampilkan hasil pengujian terhadap tabel Cayley, beserta kesimpulan akhir mengenai hubungan kedua struktur aljabar, dan sub-tab "*Ideal Testing*" yang memungkinkan pengguna untuk mengisi tabel Cayley untuk pengujian Ideal. Seperti pada gambar 2.

Gambar 2. Rancangan tampilan sub-tab "*Input the Elements*"

- Desain Layar Pengujian Homomorfisma Ring

Layar ini disediakan agar pengguna melakukan pengujian homomorfisma ring, epimorfisma ring, monomorfisma ring dan isomorfisma ring. Pada layar ini terdapat tiga buah sub-tab utama, yaitu sub-tab "*Input the Elements*" yang memungkinkan pengguna memasukkan anggota elemen dua struktur aljabar yang hendak diuji, sub-tab "*Fill In the Table Cayley*" yang memungkinkan pengguna memasukkan isi tabel Cayley untuk kedua struktur aljabar, dan sub-tab "*Testing Result*" yang menampilkan hasil pengujian terhadap tabel Cayley, beserta kesimpulan akhir mengenai hubungan kedua struktur aljabar seperti pada gambar 3 dan gambar 4.

Gambar 3. Rancangan tampilan sub-tab “Fill in the Cayley Table”

Gambar 4. Rancangan tampilan sub-tab “Testing Result”

2.2. Perancangan Modul

Dalam mengembangkan program aplikasi ini dibangun dengan membentuk modul-modul program. Adapun modul yang terdapat dalam program ini ada sebanyak 16 modul. Beberapa diantara modul dimaksud ditampilkan dalam makalah ini.

Modul CekAsosiatifTabelOperasiTambah

```

Begin
Count=0
    Dari i=1, sampai i=jumlah anggota, ulangi
Begin
    Dari j=1, sampai j=jumlah anggota, ulangi
Begin
    Dari k=1, sampai k=jumlah anggota, ulangi
Begin
        temp = anggota baris ke-j, kolom ke-k
        lokasi = posisi kolom temp
        kiri = anggota baris ke-i, kolom ke-lokasi
        temp = anggota baris ke-i, kolom ke-j
        lokasi = posisi baris temp
        kanan = anggota baris ke-lokasi, kolom ke-k
        Jika kiri=kanan
            Begin
                Count=count+1
            End
        End
    End
End
    End
End
Jika count = jumlah anggota himpunan
Begin
    Tambah[2]=benar
End
    Selain itu
Begin
        Tambah[2]=salah
    End
End
End

```

Modul CekKomutatifTabelOperasiTambah

```

Begin
Count=0
Dari i=1, sampai i=jumlah anggota, ulangi
Begin
Dari j=1, sampai j=jumlah anggota, ulangi
Begin
Kiri = anggota baris ke-i, kolom ke-j
Kanan = anggota baris ke-j, kolom ke-i
Jika kiri=kanan
Begin
    Count = count+1
End
End
End
Jika count = jumlah anggota himpunan
Begin
Tambah[3]=benar
End
Selain itu
    Begin
Tambah[3]=salah
    End
End

```

Modul CekRing

```

Begin
Jika tambah[1,2,3,4,5]=kali[1,2]=distributif=benar
Begin
    Kesimpulan = RING
    Jika kali[3] = benar ;
        Begin
            Kesimpulan=RING KOMUTATIF
        End
    Selain itu,
        Begin
            Kesimpulan = Bukan RING KOMUTATIF
        End
    Jika kali[4,5] = benar;
        Begin
            Kesimpulan=DIVISION RING
        End
    Selain itu,
        Begin
            Kesimpulan = Bukan DIVISION RING
        End
    Jika kali[3,4,5] = benar ;
        Begin
            Kesimpulan = FIELD
        End
    Selain itu, Begin
        Kesimpulan = Bukan FIELD ; End
    End
    Selain itu,
        Begin
            Kesimpulan = bukan RING
        End
End

```

Modul CekHomomorfis

```

Begin
Jika homomorfis
Begin
syarat[1] = benar
Jika surjektif
    Begin
syarat[2] = benar
    End
Selain itu Begin
syarat[2] = salah
End
Jika injektif
    Begin
syarat[3] = benar
    End
End

```

```

Selain itu      Begin
syarat[3] = salah
End

      End
      Selain itu      Begin
                        syarat[1] = salah
                        End

Jika syarat[1]=benar      Begin
Kesimpulan = HOMOMORFISMA RING
End
Jika syarat[1,2]=benar      Begin
Kesimpulan = EPIMORFISMA RING
End
Jika syarat[1,3]=benar      Begin
Kesimpulan = MONOMORFISMA RING
End
Jika syarat[1,2,3]=benar      Begin
Kesimpulan = ISOMORFISMA RING
End
End

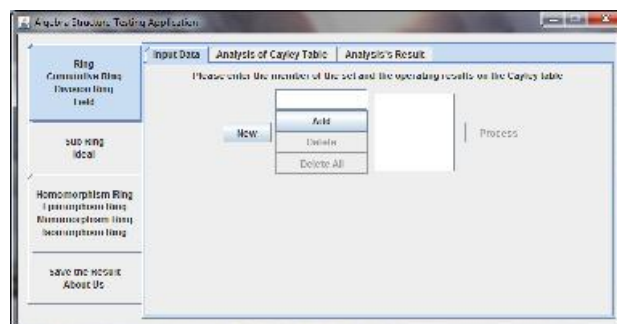
```

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Agar program yang telah dikembangkan dapat digunakan, maka ada spesifikasi yang harus dipenuhi yaitu :perangkat keras yang digunakan dalam perancangan program adalah sebagai berikut : *Processor Intel Pentium Dual-Core CPU T4400 @ 2.20GHz, RAM 953 MB DDR, Hard disk 160 Gb dan Mouse Logitech*. Sedangkan spesifikasi dari perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan program ini adalah : Sistem operasi yang digunakan adalah *Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3, Library Java*, dengan meng-install *Java™ Standard Edition Development Kit 6 Update 2*, Untuk perancangan program, penulis menggunakan Eclipse SDK versi 3.7.1 untuk perancangan modul logika maupun antarmuka program. Kemudian untuk menjalankan program klik *file UjiSA.jar*. dan pilih OK.

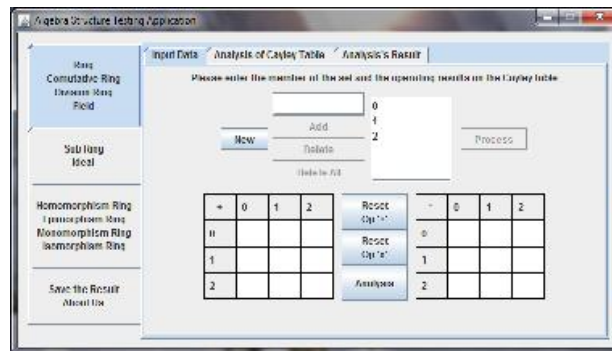
Setelah *JButton* OK dipilih, akan tampil tampilan menu utama program. Pengguna memiliki 4 pilihan *tab* menu di sebelah kiri. Masing-masing *tab* menu memiliki tiga sampai empat *sub-tab* yang masing-masing memuat tampilan antar muka yang memiliki fungsi masing-masing.



Gambar 5. Tampilan menu pengujian Ring dan Field – tab Input Data

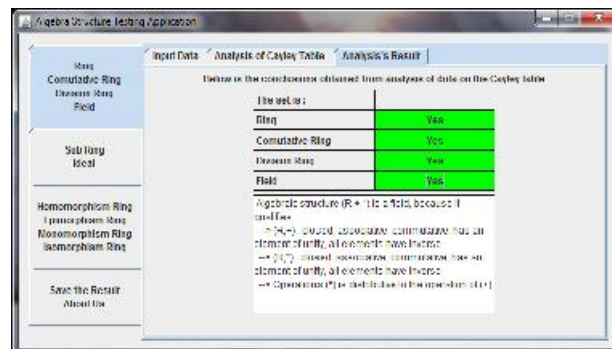
Pada tampilan ini, terdapat sebuah *JTextField* yang dapat digunakan pengguna untuk memasukkan elemen dari struktur aljabar yang ingin diuji, *JButton* "Add" untuk melakukan fungsi menambahkan elemen di *JTextField* ke dalam *JList*, *JButton* "Delete" untuk menghapus elemen, *JButton* "Delete All" untuk mengosongkan *JList*, *JButton* "New" untuk menyediakan form baru bagi proses pengujian, dan *JButton* "Process" yang menandakan pengguna telah selesai memasukkan elemen struktur aljabar, dan siap untuk mengisi tabel Cayley.

Setelah pengguna selesai memasukkan elemen dengan jumlah minimal 2 elemen dalam satu himpunan, pengguna dapat memasukkan isi tabel Cayley. Seperti gambar 6

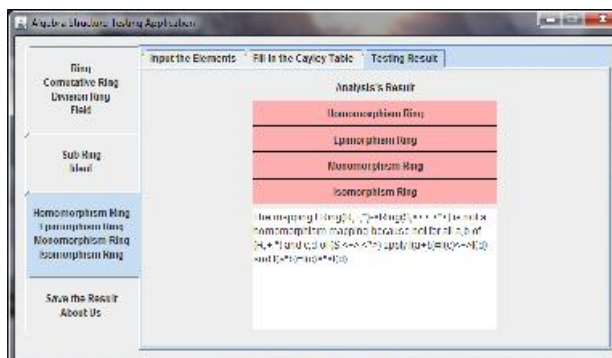


Gambar 6. Tampilan untuk pengisian tabel Cayley

Selain hasil pengujian, kesimpulan terhadap hasil pengujian juga telah dapat dilihat pada *sub-tab* "Analysis's Result" lihat gambar 7

Gambar 7. Tampilan pada *sub-tab* "Analysis's Result"

Setelah pengguna selesai memasukkan isi tabel Cayley, pengguna dapat menekan JButton "Analysis". Hasil analisis dari kedua tabel Cayley terdapat pada *sub-tab* "Testing Result". Seperti kedua tab sebelumnya, pada tab ini pun pengguna dapat mengakses keterangan dari masing-masing kesimpulan dengan menekan tombol yang bersangkutan. Lihat gambar 8

Gambar 8. Tampilan tab *Homomorphism* pada *sub-tab* "Testing Result"

Bagi pengguna yang ingin mencetak hasil pengujian ke kertas, tersedia JButton untuk mengakses operasi penyimpanan hasil pengujian ke *file* .txt yang dapat dicetak melalui program *Notepad*. JButton tersebut terdapat pada tab keempat, "Save the Result –About Us"

3.2. Pembahasan

Untuk memastikan kemampuan program dalam melakukan pengujian, maka perlu dilakukan perbandingan antara hasil manual dengan output dari program. Akan dilakukan salah satu pengujian dengan menggunakan tabel Cayley tentang Pengujian *Ring*, *Ring* Komutatif, *Ring* Pembagian, *Field* (Penjumlahan Modulo 4) yang ditampilkan di bawah ini.

Tabel 1. Pengujian Ring, Ring Komutatif, Ring Pembagian, Field (Penjumlahan Modulo 4)

+	0	1	2	3
0	0	1	2	3
1	1	2	3	0
2	2	3	0	1
3	3	0	1	2

Tabel 2 Pengujian Ring, Ring Komutatif, Ring Pembagian, Field (Perkalian Modulo 4)

*	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	1	2	3
2	0	2	0	2
3	0	3	2	1

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian manual dan program memberikan hasil yang sama, yaitu Tabel 4.1 dan tabel 4.2 merupakan *ring*, *ring* komutatif, tetapi bukan *ring* pembagian dan bukan *field*.

Hasil analisis dan pengujian dari program adalah sebagai berikut.

- Tabel 4.1 dan tabel 4.2

Testing Result for : Ring, Commutative Ring, Division Ring, and Field

ANALYSIS RESULT FROM CAYLEY TABLE

=====

1. Closed to the operation of (+)

--> For all a, b of R, the result of $a + b$ is also a member of R

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel Cayley operasi + dan *pseudocode* di hal 32, subbab 3.3.2.3, memenuhi sifat tertutup terhadap operasi +

2. Elements that generate the left and right sides together :

$$0+(0+0) = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0+0)+0$$

$$0+(0+1) = 1 \text{ <-- is equal to --> } 1 = (0+0)+1$$

$$0+(0+2) = 2 \text{ <-- is equal to --> } 2 = (0+0)+2$$

$$0+(0+3) = 3 \text{ <-- is equal to --> } 3 = (0+0)+3$$

$$0+(1+0) = 1 \text{ <-- is equal to --> } 1 = (0+1)+0$$

$$0+(1+1) = 2 \text{ <-- is equal to --> } 2 = (0+1)+1$$

$$0+(1+2) = 3 \text{ <-- is equal to --> } 3 = (0+1)+2$$

$$0+(1+3) = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0+1)+3$$

$$0+(2+0) = 2 \text{ <-- is equal to --> } 2 = (0+2)+0$$

$$0+(2+1) = 3 \text{ <-- is equal to --> } 3 = (0+2)+1$$

$$0+(2+2) = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0+2)+2$$

$$0+(2+3) = 1 \text{ <-- is equal to --> } 1 = (0+2)+3$$

$$0+(3+0) = 3 \text{ <-- is equal to --> } 3 = (0+3)+0$$

$$0+(3+1) = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0+3)+1$$

$$0+(3+2) = 1 \text{ <-- is equal to --> } 1 = (0+3)+2$$

$$0+(3+3) = 2 \text{ <-- is equal to --> } 2 = (0+3)+3$$

Associative to the operation of (+)

--> For all a, b, c of R, apply $a + (b + c) = (a + b) + c$

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel Cayley operasi + memenuhi sifat asosiatif terhadap operasi +

3. Comutative to the operation of (+)

--> For all a, b of R, apply $a + b = b + a$

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel Cayley operasi + memenuhi sifat komutatif terhadap operasi +

4. Has an element of unity for the operation (+), that is 0

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi + memiliki unsur kesatuan terhadap operasi +

5. Inverse of each element contained in the operation (+) :

Inverse of 0 is 0 ; Inverse of 1 is 3; Inverse of 2 is 2; Inverse of 3 is 1

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi + setiap unsur memiliki invers terhadap operasi +

6. Closed to the operation of (*)

--> For all a, b of R, the result of $a * b$ is also a member of R

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi * memenuhi sifat tertutup terhadap operasi *

7. Elements that generate the left and right sides together :

$$0*(0*0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)*0$$

$$0*(0*1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)*1$$

$$0*(0*2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)*2$$

$$0*(0*3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)*3$$

$$0*(1*0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)*0$$

$$0*(1*1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)*1$$

$$0*(1*2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)*2$$

$$0*(1*3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)*3$$

$$0*(2*0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*2)*0$$

$$0*(2*1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*2)*1$$

$$0*(2*2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*2)*2$$

$$0*(2*3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*2)*3$$

$$0*(3*0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*3)*0$$

$$0*(3*1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*3)*1$$

$$0*(3*2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*3)*2$$

$$0*(3*3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*3)*3$$

Associative to the operation of (*)

--> For all a, b, c of R, apply $a * (b * c) = (a * b) * c$

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi * memenuhi sifat asosiatif terhadap operasi *

8. Comutative to the operation of (*)

--> For all a, b of R, apply $a * b = b * a$

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi * memenuhi sifat komutatif terhadap operasi *

9. Has an element of unity for the operation (*), that is 1

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi * memiliki unsur kesatuan terhadap operasi *

10. Inverse of each nonzero element contained in the operation (*) :

Inverse of 1 is 1; Element 2 has no inverse ; Inverse of 3 is 3

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel *Cayley* operasi * tidak setiap unsur memiliki invers terhadap operasi *. Elemen 2 tidak memiliki invers karena tidak ada kolom yang mencantumkan unsur kesatuan operasi *, yaitu 1 pada baris 2.

11. Checking the left distributive :

$$0*(0+0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)+(0*0)$$

$$0*(0+1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)+(0*1)$$

$$0*(0+2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)+(0*2)$$

$$0*(0+3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*0)+(0*3)$$

$$0*(1+0) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)+(0*0)$$

$$0*(1+1) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)+(0*1)$$

$$0*(1+2) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)+(0*2)$$

$$0*(1+3) = 0 \leftarrow \text{is equal to } \rightarrow 0 = (0*1)+(0*3)$$

~~~~~ LEFT DISTRIBUTIVE FULFILLED ~~~~~

Checking the right distributive :

$$(0+0)*0 = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0*0)+(0*0)$$

$$(0+0)*1 = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0*1)+(0*1)$$

$$(0+0)*2 = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0*2)+(0*2)$$

$$(0+0)*3 = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0*3)+(0*3)$$

$$(0+1)*0 = 0 \text{ <-- is equal to --> } 0 = (0*0)+(1*0)$$

$$(0+1)*1 = 1 \text{ <-- is equal to --> } 1 = (0*1)+(1*1)$$

$$(0+1)*2 = 2 \text{ <-- is equal to --> } 2 = (0*2)+(1*2)$$

$$(0+1)*3 = 3 \text{ <-- is equal to --> } 3 = (0*3)+(1*3)$$

~~~~~ RIGHT DISTRIBUTIVE FULFILLED ~~~~~

All the elements satisfy the distributive properties of operations (*) on the operations of (+) as the fulfillment of left distributive and right distributive. Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan tabel Cayley operasi + dan tabel Cayley operasi *, memenuhi sifat distributive operasi * terhadap operasi +

CONCLUSION

=====

With members : 0, 1, 2, 3

Algebraic structure $(R, +, *)$ is a ring, because it qualifies :

--> $(R, +)$: closed, associative, commutative, has an element of unity, all elements have inverse

--> $(R, *)$: closed, associative

--> Operations (*) is distributive to the operation of (+)

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian merupakan sebuah ring

Algebraic structure $(R, +, *)$ is a commutative ring, because it qualifies :

--> $(R, +)$: closed, associative, commutative, has an element of unity, all elements have inverse

--> $(R, *)$: closed, associative, commutative

--> Operations (*) is distributive to the operation of (+)

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian merupakan sebuah ring komutatif

Algebraic structure $(R, +, *)$ is not a division ring, because not every element has an inverse in operation (*).

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian bukan merupakan sebuah ring pembagian

Algebraic structure $(R, +, *)$ is not a field, because not every element has an inverse in operation (*)

Hasil pengujian diatas menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian bukan merupakan sebuah field

4. SIMPULAN

Program aplikasi pengujian *ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian *field*, *sub-ring*, *ideal*, homomorfisma *ring*, epimorfisma *ring*, monomorfisma *ring* dan isomorfisma *ring* dapat beroperasi dengan baik, memberikan hasil yang sama dengan pengujian manual, namun dengan waktu yang lebih singkat dan serta ketelitian yang lebih tinggi karena dikerjakan oleh komputer. Program aplikasi pengujian *ring*, *ring* komutatif, *ring* pembagian *field*, *sub-ring*, *ideal*, homomorfisma *ring*, epimorfisma *ring*, monomorfisma *ring* dan isomorfisma *ring* ini dapat digunakan sebagai alat bantu pengujian yang membuat pengujian menjadi lebih efektif dan efisien. Keakuratan hasil pengujian tergantung pada ketelitian memasukkan isi dari tabel Cayley.

5. DAFTAR PUSTAKA

Daniel.(2011). *Perancangan Pengembangan Program Aplikasi Pengujian Struktur Aljabar Ring, Ring Komutatif, Field, Sub Ring, Ideal*. Thesis Collection for S-1. <http://library.binus.ac.id/>.

Dewi, N.R., et al. (2011). Kajian Struktur Aljabar Grup pada Himpunan Matriks yang Invertibel. *Jurnal Penelitian Sains* volum 14 nomor 1(A). 14101:1-3

Gilbert, W.J & Nicholson, W.K.(2004). *Modern Algebra with Application* 2ed. USA.

[http://cs.ioc.ee/~margo/aat/Gilbert%20W.J.,%20Nicholson%20W.K.%20Modern%20algebra%20with%20applications%20\(2ed.,%20Wiley,%202004\)\(ISBN%200471414514\)\(347s\).pdf](http://cs.ioc.ee/~margo/aat/Gilbert%20W.J.,%20Nicholson%20W.K.%20Modern%20algebra%20with%20applications%20(2ed.,%20Wiley,%202004)(ISBN%200471414514)(347s).pdf)

- Manik, N.I.(2010) .*Pengujian Struktur Aljabar Grup, Ring, & Field Berbasis Komputer*. Prosiding SNM-2010. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Malik, D.S., et al. (2007). *Introduction to Abstract Algebra*. USA
<https://people.creighton.edu/~dsm33733/MTH581/Introduction%20to%20Abstract%20Algebra.pdf>
- Rotman, J.J.. (2003). *Advanced Modern Algebra 2ed*. Prentice Hall.
<http://mytutorsite.net/PDF14/7248652-Advanced-Modern-Algebra-Joseph-J.pdf>
- Shneiderman, B., (2000), *Designing the User Interface – Strategies for Effective Human-Computer Interaction, Fourth Edition*, Addison-Wesley, USA.
- Weisstein, E.W.n.d.*Division Algebra -- from Wolfram MathWorld*.
<http://mathworld.wolfram.com/DivisionAlgebra.html>
- Weisstein, E.W.n.d.*Field -- from Wolfram MathWorld*. <http://mathworld.wolfram.com/Field.html>
- Weisstein, E.W.n.d.*Mathematics -- from Wolfram MathWorld*.
<http://mathworld.wolfram.com/Mathematics.html>
- Weisstein, E.W.n.d.*Subring -- from Wolfram MathWorld*.
<http://mathworld.wolfram.com/Subring.html>

PENERAPAN METODE *TWO-SIDED SIDE MATCH* UNTUK PENGAMANAN SOAL UJIAN

Ngarap Im Manik¹⁾, Raymond Rulin²⁾

1), 2) Jurs. Matematika , School of Computer Science, Bina Nusantara University
Jl.Kebon Jeruk Raya no.27 Jakarta 15310, Indonesia
manik@binus.edu

ABSTRAK

Telah dilakukan penerapan Metode *Two-Sided Side Match* untuk pengamanan soal ujian yang dikirimkan melalui citra data digital, dengan menggunakan program komputer. Soal ujian yang ukuran *filenya* cukup besar dapat ditanamkan ke dalam citra dengan hasil *stego-image* yang berkualitas baik dimana sulit dibedakan dengan citra aslinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah *fall off the boundary* sangatlah sedikit sekitar 2,98%. *Fall off the boundary* ini tidak berpengaruh besar dalam menentukan jumlah kapasitas. Program Casper yang dikembangkan mampu menanamkan data rata-rata 6 bit/piksel sehingga mencapai kapasitas yang tinggi dengan kecepatan proses yang cepat dan dengan demikian dapat memenuhi kebutuhan sistem bilamana soal ujian yang akan dikirimkan berukuran besar serta kualitas dari *stego-image* yang dihasilkan oleh Casper ini cukup memuaskan. Hal lain bahwa semakin besar data yang ditanamkan ke dalam citra, maka semakin berkurang kualitas *stego-image* yang dihasilkan, namun secara *visual* mata manusia sulit untuk membedakannya dari citra asli.

Kata Kunci : *Two-Sided Side Match, stego-image, soal ujian.*

1. PENDAHULUAN

Berbagai teknik telah banyak digunakan untuk dapat melindungi data-data penting tersebut. Teknik enkripsi merupakan teknik yang dewasa ini sangat populer. Enkripsi ini adalah proses membuat suatu informasi menjadi tidak terbaca. Untuk dapat informasi ini dibaca kembali, maka dekripsi dilakukan, dimana tentunya dengan *key* yang sama dengan algoritma enkripsinya. (Chang C.C,2004)

Teknik enkripsi dibagi menjadi 2 yaitu kriptografi dan steganografi. Kriptografi adalah algoritma untuk mengacak informasi agar tidak dapat dimengerti, sedangkan steganografi adalah algoritma untuk menyembunyikan informasi ke dalam suatu medium sehingga tidak terlihat. Kriptografi belum dapat mengamankan data sepenuhnya, karena informasi yang dienkripsi tersebut terlihat dengan jelas bahwa informasi itu telah dienkripsi. Dengan sadarnya orang-orang bahwa informasi itu dienkripsi, maka mereka melakukan berbagai usaha untuk mendekripsi informasi tersebut.

Steganografi hadir atas solusi dari kelemahan kriptografi tersebut. Dengan steganografi, informasi rahasia yang ditanamkan dalam suatu medium akan tidak tampak oleh pihak lain. Dengan demikian pihak lain tidak menyadari bahwa terdapat informasi rahasia yang tertanam dalam medium tersebut (Gupta,2005). Medium-medium yang digunakan pada teknik steganografi antara lain teks, citra, audio dan video.

Berbicara tentang keamanan data, maka salah satu aplikasi yang dapat dilakukan yaitu pada pengiriman soal ujian. Sampai saat ini pengiriman soal ujian di Jurusan Matematika UBINUS masih dilakukan secara manual dengan *paperless* dan diserahkan ke jurusan untuk diperiksa dan kemudian digandakan sebanyak peserta ujian. Hal ini dapat menimbulkan terjadinya kecurangan-kecurangan dalam prosesnya. Sehubungan dengan hal tersebut, untuk masa-masa mendatang akan dilakukan proses pengiriman soal ujian tersebut dengan memanfaatkan teknik pengamanan data seperti yang dijelaskan sebelumnya. Dengan menggunakan *e-mail* sebagai media penyerahan soal

ujian ke jurusan, ada kerawanan soal ujian tersebut dapat disadap oleh pihak lain, contohnya oleh para mahasiswa. Hal ini akan menjadi masalah sebab kebocoran soal ujian akan mengakibatkan ujian dibatalkan dan harus diulang dan merugikan pihak Universitas. Untuk itu perlu dibuat sistem keamanan pada soal ujian.

Mengingat cakupan masalahnya yang luas, maka dalam penelitian ini dibatasi hanya pada Citra yang diproses (*cover image*) merupakan citra dengan 24-bit warna (RGB), dalam hal ini citra tersebut berformat JPEG, PNG, dan BMP. Kemudian *Stego-image* yang dihasilkan berformat PNG dan BMP. Kemudian karena citra yang digunakan tidak mengalami transformasi, maka cara kompresi format citra tidak perlu diketahui.

2. METODE SIDE MATCH

Metode steganografi ini akan menggunakan informasi dari piksel-piksel tetangga untuk setiap piksel input. Korelasi antara piksel-piksel tetangga menentukan apakah piksel input tersebut terletak di *edge area* atau tidak. Jika piksel terletak di *edge area*, maka dapat ditanamkan bit yang lebih banyak daripada piksel yang terletak di *smooth area*. (C.Kraetzer, 2006). Pada kasus ini akan digunakan metode Two-Sided Side Match, dimana akan menggunakan informasi 2 piksel tetangganya.

2.1. Algoritma Penanaman Bit dengan Two-Sided Side Match

Metode ini menggunakan informasi dari piksel yang di atasnya P_U dan piksel di kirinya P_L . Penanaman bit pada citra akan dilakukan secara urutan *raster-scan*.

Piksel input P_X dengan *gray value* g_x , dengan g_u dan g_l yang merupakan *gray value* dari piksel P_U dan P_L , maka d merupakan nilai selisih yang dihitung sebagai berikut :

$$d = (g_u + g_l) / 2 - g_x \quad \dots\dots\dots (1)$$

Nilai d yang kecil mengindikasikan bahwa piksel berada di *smooth area*, sedangkan nilai selisih yang besar mengindikasikan bahwa piksel berada pada *edge area*. Piksel yang berada di *edge area* dapat mentolerir perubahan nilai yang lebih besar daripada piksel yang berada di *smooth area*.

Jika d bernilai -1, 0, atau 1, maka satu bit data di tanamkan ke dalam bit piksel P_X yang berindeks 0 (bit yang paling pertama). Jika tidak, maka jumlah n bit yang dapat ditanamkan ke dalam piksel ini dihitung dengan $n = \log_2 |d|$, jika $|d| > 1$.

Sejumlah n bit dari data diubah menjadi nilai integer b . Kemudian nilai selisih baru d' dihitung dengan

$$d' = \begin{cases} 2^n + b & , \text{ jika } d > 1 \\ -(2^n + b) & , \text{ jika } d < 1 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Kemudian, nilai baru dari piksel P_X dihitung menjadi

$$g'_x = (g_u + g_l) / 2 - d' \quad \dots\dots\dots (3)$$

Nilai d' akan berada dalam jangkauan $[2^n, 2^{n+1} - 1]$, dimana b maksimum adalah $2^n - 1$. (D Braun, 2005)

2.2. Algoritma Ekstraksi dengan Two-Sided Side Match

Diketahui piksel input P'_X dengan *gray value* g'_x , serta g'_u dan g'_l merupakan *gray value* dari piksel sebelah atas P'_U dan piksel sebelah kiri P'_L . Maka nilai selisih d' dihitung

$$d' = (g'_u + g'_l) / 2 - g'_x \quad \dots\dots\dots (4)$$

Jika d' bernilai -1, 0, atau 1, maka satu bit diekstrak dari piksel P'_X . Jika tidak, maka n bit yang ditanamkan dalam piksel ini dihitung oleh $n = \log_2 |d'|$, jika $|d'| > 1$.

Akhirnya, nilai b yang ditanamkan dalam piksel itu diekstrak menggunakan perhitungan

$$b = \begin{cases} d' - 2^n, & \text{jika } d' > 1 \\ -d' - 2^n, & \text{jika } d' < 1 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Nilai b kemudian dikonversi menjadi *binary string* dengan panjang n bit.

2.3. Proses Pengecekan *Falling-Off-Boundary*

Terkadang nilai g'_x berada di luar nilai batasan $[0, 255]$. Nilai g'_x dari piksel P'_x akan jatuh diluar nilai batasan jika:

- $d > 1$ dan $(g_u + g_l) / 2 < 2^{n+1} - 1$.

Dari rumus $g'_x = (g_u + g_l) / 2 - d' = (g_u + g_l) / 2 - (2^n + b)$, asumsikan b adalah nilai maksimum $2^n - 1$, maka $g'_x = (g_u + g_l) / 2 - (2^n + 2^n - 1) = (g_u + g_l) / 2 - 2^{n+1} + 1$.

Dengan demikian, g'_x akan bernilai negatif jika $(g_u + g_l) / 2 < 2^{n+1} - 1$.

- $d < 1$ dan $(g_u + g_l) / 2 + 2^{n+1} > 256$.

Dari rumus $g'_x = (g_u + g_l) / 2 - d' = (g_u + g_l) / 2 + (2^n + b)$, asumsikan nilai b nilai maksimum $2^n - 1$, maka $g'_x = (g_u + g_l) / 2 + (2^n + 2^n - 1) = (g_u + g_l) / 2 + 2^{n+1} - 1$.

Dengan demikian, nilai g'_x akan lebih besar dari 255 jika $(g_u + g_l) / 2 + 2^{n+1} > 256$.

Pengecekan *falling-off-boundary* ini dilakukan pada saat penanaman dan pengekstrakan data (Quatrani T, 2003). Jika terjadi *falling-off-boundary* maka piksel dilewati tanpa penanaman data (jika berada pada proses penanaman data) atau pengekstrakan data (jika berada pada proses ekstraksi data).

2.4. Koefisien Determinasi (*Coefficient of Determination*)

Koefisien korelasi (r) mengukur kekuatan dan arah dari hubungan linier antara dua variabel. Rumus matematika untuk menghitung r adalah : (M. Kharrazi, 2004)

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - \sum x^2} \sqrt{n \sum y^2 - \sum y^2}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

dimana : x = intensitas piksel *cover image* : y = intensitas piksel *stego-image*

n = jumlah pasangan data (lebar x tinggi citra dalam satuan piksel)

Koefisien determinasi merupakan kuadrat dari koefisien korelasi.

2.5. Root Mean Squarred Error (RMSE)

Dalam statistik, *Mean Squared Error* (MSE) digunakan untuk mengukur kesalahan (*error*). Kesalahan yang dimaksud ini adalah perbedaan nilai dua buah obyek. MSE ini dapat digunakan untuk mengukur seberapa banyak kesalahan antara *cover image* dengan *stego-image*. *Root Mean Squared Error* (RMSE) adalah akar pangkat dua dari MSE. Rumus RMSE adalah sebagai berikut : (M. Kharrazi, 2004)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} [f(x, y) - f'(x, y)]^2}{M \times N \times 3}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

dimana : M = jumlah kolom (*image width*) dalam piksel

N = jumlah baris (*image height*) dalam piksel

$f(x, y)$ = intensitas piksel pada *cover image*

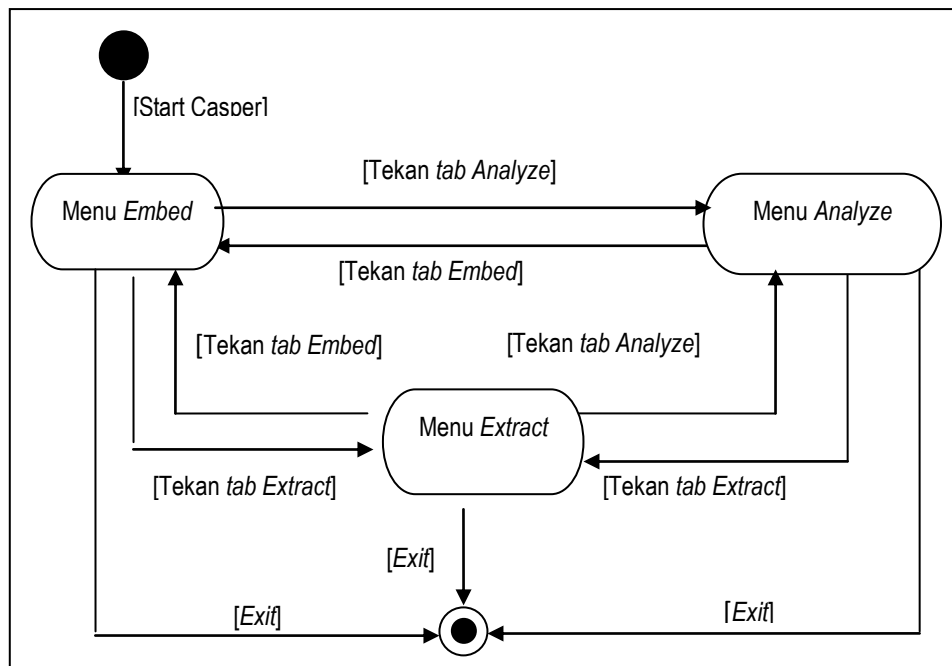
$f'(x, y)$ = intensitas piksel pada *stego-image*

Intensitas piksel yang dimaksud adalah total piksel RGB, yaitu jumlah nilai *red*, *green*, dan *blue* dalam satu piksel. Semakin mendekati nilai nol hasil RMSE maka semakin sedikit kesalahan yang ada pada *stego-image*.

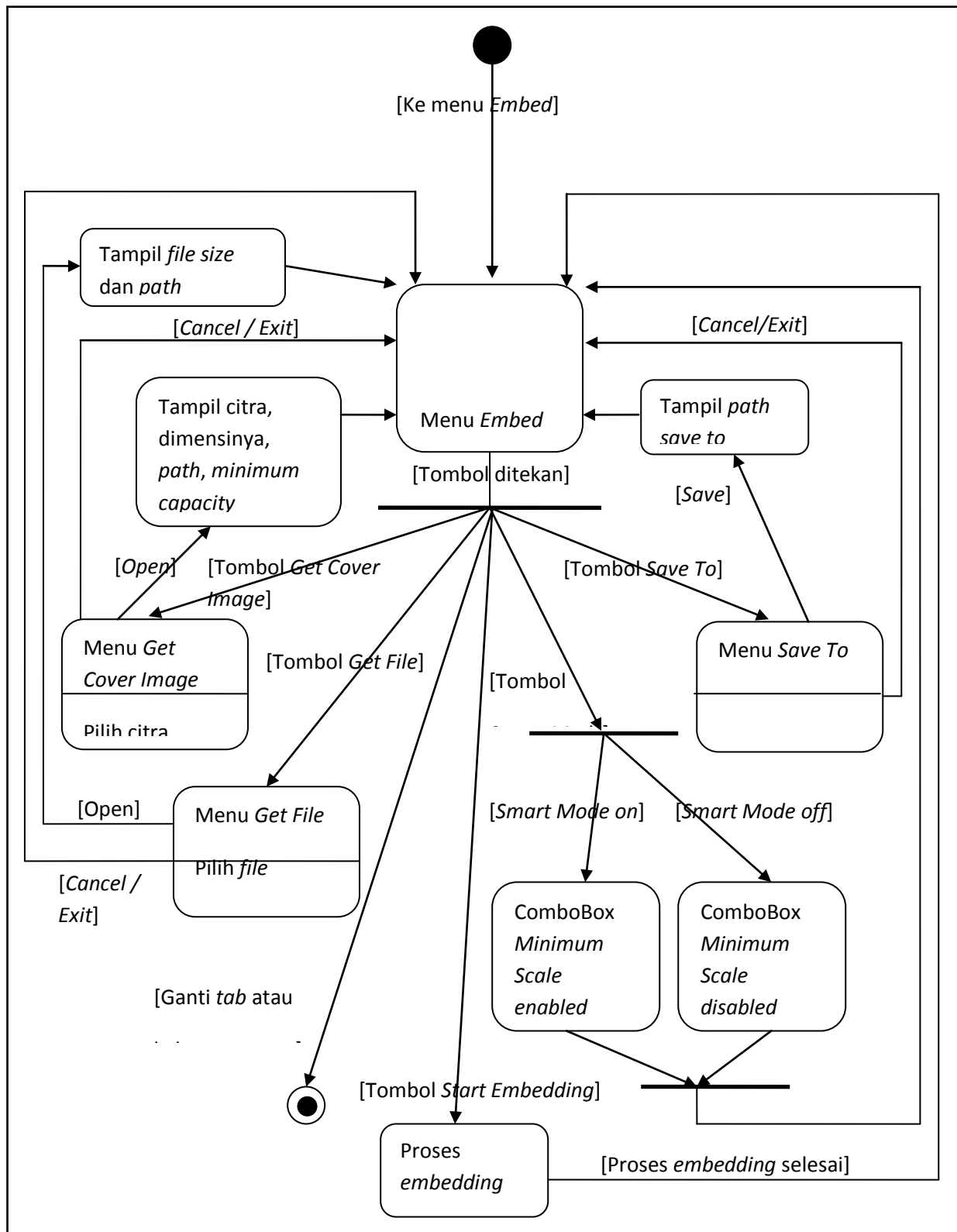
2.6. Sistem Yang Diusulkan

Sistem yang diusulkan untuk mengamankan soal ujian adalah dengan menggunakan sistem steganografi. Medium yang cocok untuk sistem ini adalah melalui citra, karena ukuran *file* citra memungkinkan untuk dikirimkan lewat *e-mail* serta kapasitas penanaman datanya yang cukup besar. Dari sekian banyak metode steganografi yang ada, ada 3 metode yang menjadi pilihan untuk diterapkan pada sistem ini, yaitu metode BattleSteg, FilterFirst (Hempstalk, 2005), dan Two-Sided Side Match. Pilihan jatuh ke metode Two-Sided Side Match karena diperkirakan lebih unggul dalam hal kapasitas penanaman *file* dimana hal ini menjadi hal utama untuk dapat menanamkan *file* soal ujian yang berukuran agak besar (rata-rata lebih dari 100kb). Tingkat keamanan dari metode Two-Sided Side Match ini tidak jauh lebih buruk dari kedua metode ini, namun untuk meningkatkan keamanan maka sistem akan dibuat fasilitas penggunaan *password*.

Sebelum dikirimkan, soal ujian diamankan dengan menggunakan program aplikasi ini untuk menyembunyikannya dalam sebuah citra. Program aplikasi ini akan dinamakan Casper. Hasil *output* dari Casper ini adalah citra yang berformat PNG atau BMP. Citra ini kemudian dikirimkan ke jurusan melalui *e-mail*. Kemudian soal ujian diekstrak dari citra tersebut dengan menggunakan program aplikasi Casper. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1 . State transition diagram menu

Gambar 2. State transition diagram pada menu *Embed*

3. HASIL dan PEMBAHASAN

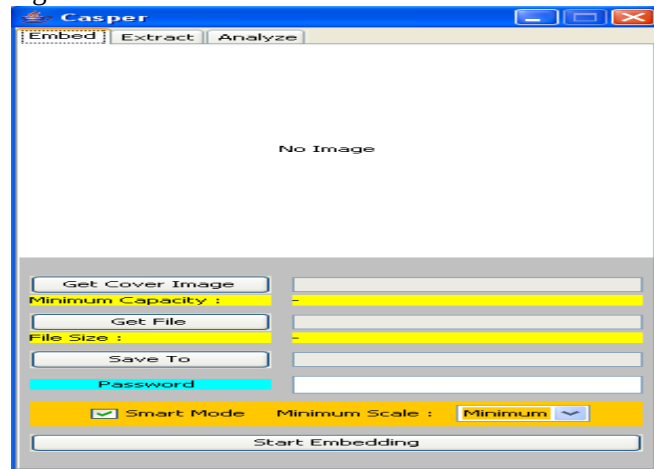
3.1. Hasil

Untuk mempermudah penerapan dari metode dimaksud, maka dirancanglah sebuah program yang diberi nama Casper. Dalam membuat program Casper, digunakan perangkat lunak sebagai berikut :

1. Sistem operasi Microsoft Windows XP.
2. Java 2 Platform Standard Edition Development Kit 5.0.
3. NetBeans 5.0. ; TextPad 4.7.3. dan JCreator 3.50 Light Edition.

Sedangkan spesifikasi sistem operasi dan perangkat lunak yang diperlukan untuk menjalankan program adalah: Sistem operasi dan Java Runtime Environment 1.5.0.

Pertama kali aplikasi Casper dijalankan maka akan tampil layar menu awal yaitu menu *Embed* yang dapat dilihat pada gambar 3.

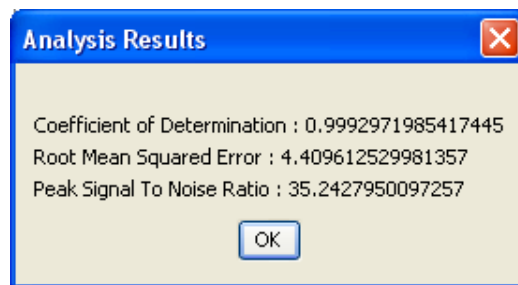


Gambar 3 Tampilan menu *Embed*

Untuk memilih citra yang akan digunakan sebagai media penanaman *file* (*cover image*), maka tekan tombol *Get Cover Image*. Kemudian akan muncul menu untuk memilih *cover image*. *File* citra yang dapat dipilih adalah citra dengan format JPEG, PNG, dan BMP. Tekan *open* untuk membuka *file* tersebut, sebaliknya tekan *cancel* untuk membatalkannya. Jika telah memilih citra, maka akan tampil citra di menu *Embed* bersama dengan keterangan dimensi citranya, *path* citra, dan keterangan jumlah minimum kapasitas yang dapat ditanamkan ke dalam citra tersebut. Jumlah minimum kapasitas dalam ukuran *byte* adalah jumlah kapasitas minimum untuk penanaman *file* ke dalam citra. Kapasitas maksimum dari citra ini bervariasi, karena metode yang digunakan bersifat adaptif yang bergantung kepada bit-bit *file* dan piksel-piksel citra tersebut.

Kemudian Tekan tombol *Get File* untuk memilih *file* yang akan ditanamkan ke dalam citra. Format *file* yang dapat dipilih adalah bebas, dengan arti semua jenis *file* dapat dipilih. Setelah *file* dipilih, maka keterangan ukuran *file* dalam *byte* serta *path* *file* tersebut akan muncul di menu *Embed*. Tekan tombol *Save To* untuk memilih citra hasil penanaman *file* ini (*stego-image*). Citra yang dipilih adalah citra dengan format PNG dan BMP. Untuk memilihnya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menuliskan nama *file* pada *textfield file name* atau dengan cara klik *file* citra yang ada di layar pilihan. Jika ekstensi format *file* tidak berupa .png ataupun .bmp, maka akan secara otomatis menggunakan ekstensi .png. Perlu diperhatikan bahwa jika nama *file* yang dipilih itu sama dengan nama *file* yang ada di folder tersebut, maka akan terjadi penimpaan *file* (yang lama akan terhapus). Setelah *file* dipilih, maka akan tampil *path* *file* di menu *Embed*. Untuk memilih *stego-image* dapat dilakukan dengan menekan tombol *Get Stego-Image*. Tampilan menu untuk memilih *stego-image* tersebut sama seperti tampilan menu *Get Stego-Image* pada menu *Extract*. Citra yang dapat dipilih adalah citra dengan format PNG dan BMP. Setelah citra dipilih maka akan tampil citra tersebut dan *path*nya pada menu *Analyze*.

Untuk dapat memulai proses analisis maka harus terlebih dahulu memilih *cover image* dan *stego-image*. Ukuran dimensi kedua citra tersebut haruslah sama. Setelah persyaratan-persyaratan tersebut terpenuhi maka tekan tombol *Start Analyzing* untuk memulai proses analisis. Hasil analisis tersebut akan tampil dalam bentuk kotak pesan.



Gambar 4. Contoh tampilan hasil analisis

Untuk menganalisis kemampuan *embedding* program aplikasi Casper ini akan digunakan 3 buah *cover image* yaitu Lena.jpg, Baboon.jpg, dan Pepper.jpg dengan dimensi citra yang sama yaitu 298x298 piksel, berarti kapasitas minimumnya adalah 33.078 *byte*. *File* yang akan ditanamkan sengaja dipilih *file* yang berukuran melebihi kapasitas citra sehingga dapat menganalisis kapasitas maksimum dari *cover image*. Analisis akan menggunakan 3 *file* dimana berukuran sama besar dengan deretan bit yang berbeda. Untuk menghasilkan 3 *file* ini maka dibuat program aplikasi sederhana. 3 *file* ini dinamakan A.test, B.test, dan C.test dengan ukuran *file* 800kB. *Stego-image* yang dihasilkan akan disimpan masing-masing citra berformat PNG dan BMP, dengan tujuan untuk membandingkan kedua format tersebut. Untuk mengukur kecepatannya digunakan program aplikasi Virtual Stopwatch (www.springcreeksoftware.com). Berikut ini adalah tabel-tabel hasil penelitian :

Tabel 1. Hasil percobaan penanaman *file* A.test

	Lena	Baboon	Pepper
Kapasitas maksimum	54.716 <i>byte</i>	87.119 <i>byte</i>	52.776 <i>byte</i>
<i>Fall off the boundary</i>	289 $\frac{1}{3}$ piksel	367 $\frac{1}{3}$ piksel	972 $\frac{1}{3}$ piksel
Kecepatan proses PNG	0,812 detik	0,953 detik	0,828 detik
Kecepatan proses BMP	0.750 detik	0,891 detik	0,750 detik
Ukuran <i>file</i> hasil PNG	245.542 <i>byte</i>	254.937 <i>byte</i>	246.915 <i>byte</i>
Ukuran <i>file</i> hasil BMP	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>

Tabel 2. Hasil percobaan penanaman *file* B.test

	Lena	Baboon	Pepper
Kapasitas maksimum	54.722 <i>byte</i>	87.101 <i>byte</i>	52.751 <i>byte</i>
<i>Fall off the boundary</i>	280 $\frac{2}{3}$ piksel	376 piksel	986 $\frac{2}{3}$ piksel
Kecepatan proses PNG	0,828 detik	0,953 detik	0,812 detik
Kecepatan proses BMP	0,750 detik	0,891 detik	0,750 detik
Ukuran <i>file</i> hasil PNG	245.529 <i>byte</i>	254.937 <i>byte</i>	246.833 <i>byte</i>
Ukuran <i>file</i> hasil BMP	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>

Tabel 3. Hasil percobaan penanaman *file* C.test

	Lena	Baboon	Pepper
Kapasitas maksimum	54.714 <i>byte</i>	87.133 <i>byte</i>	52.766 <i>byte</i>
<i>Fall off the boundary</i>	292 $\frac{1}{3}$ piksel	371 piksel	970 $\frac{1}{3}$ piksel
Kecepatan proses PNG	0,812 detik	0,968 detik	0,812 detik
Kecepatan proses BMP	0,766 detik	0,891 detik	0,750 detik
Ukuran <i>file</i> hasil PNG	245.804 <i>byte</i>	254.917 <i>byte</i>	246.823 <i>byte</i>
Ukuran <i>file</i> hasil BMP	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>

Tabel 4. Rata-rata hasil percobaan

Rata-Rata	Lena	Baboon	Pepper
Kapasitas maksimum	54.717 <i>byte</i>	87.117 <i>byte</i>	52.764 <i>byte</i>
<i>Fall off the boundary</i>	287 piksel	371 piksel	976 piksel
Kecepatan proses PNG	0,817 detik	0,958 detik	0,817 detik
Kecepatan proses BMP	0,755 detik	0,891 detik	0,750 detik
Ukuran <i>file</i> hasil PNG	245.625 <i>byte</i>	254.930 <i>byte</i>	246.857 <i>byte</i>
Ukuran <i>file</i> hasil BMP	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>	267.062 <i>byte</i>

Citra Lena, Baboon, dan Pepper yang berukuran 298x298 piksel dengan metode Two-Sided Side Match memiliki kapasitas minimum yang diperkirakan adalah 33.078, pada Lena mampu ditanamkan hingga 54.722 *byte*, pada Baboon hingga 87.133 *byte*, dan pada Pepper 52.766 *byte*. Kapasitas terbesar dicapai oleh Baboon, sehingga kapasitas maksimum yang dapat diperkirakan untuk ditanamkan *file* pada citra berukuran hingga 2,63 kali ($87.133 / 33.078$) dari kapasitas minimum yang diperkirakan pada citra tersebut. Sedangkan rata-rata kapasitas maksimum adalah $(54.717 + 87.117 + 52.764) / 3 / 33.078 = 1,96 \approx 2$ kali dari kapasitas minimum. Dengan demikian rata-rata bit yang ditanamkan adalah 6 bit/piksel ($2 \times 3 \text{ RGB}$).

Jumlah piksel yang *fall off the boundary* (piksel yang tidak ditanamkan data) paling besar ditemukan pada Pepper sebanyak 986%. Jumlah ini cukup kecil karena hanya merupakan 2,98% dari piksel yang akan ditanamkan data. Dapat dilihat di tabel bahwa jumlah *fall off the boundary* Pepper dan Baboon walaupun lebih besar dari pada Lena, namun memiliki kapasitas maksimum yang lebih besar. Dengan demikian dapat dikatakan jumlah *fall off the boundary* tidak berpengaruh begitu besar dalam menentukan jumlah kapasitas maksimum.

Kecepatan proses di tabel adalah kecepatan proses yang diukur mulai proses penanaman *file* hingga menghasilkan citra hasil (*stego-image*). Kecepatan proses PNG yang dimaksud adalah kecepatan proses dimana citra yang dihasilkan berformat PNG dan kecepatan proses BMP dimana menghasilkan format BMP. Dapat dilihat bahwa kecepatan proses BMP lebih cepat dari PNG, hal ini dikarenakan PNG dilakukan kompresi citra sedangkan BMP tidak dikompresi. Dengan demikian sebenarnya kecepatan penanaman *file* pada citra PNG dan BMP adalah sama cepatnya. Berdasarkan hasil di tabel, dapat dilihat bahwa kecepatan proses penanaman *file* pada Casper sangatlah cepat. Semakin besar kapasitas maksimum maka semakin lambat juga kecepatan prosesnya.

Ukuran *file* hasil PNG dan BMP di tabel maksudnya adalah ukuran *file* dari *stego-image* yang dihasilkan dalam format PNG dan BMP. Pada tabel 4. walaupun kapasitas maksimum Pepper lebih kecil dari pada Lena, namun ukuran *file* hasil PNG Pepper lebih besar daripada Lena. Hal ini dikarenakan oleh kompresi PNG bukan karena faktor kapasitas *file* yang ditanamkan. Dengan demikian tidak ada hubungan antara jumlah kapasitas yang ditanamkan dengan ukuran *file* hasil PNG yang dihasilkan.

3.2. Pembahasan

Analisis Kemampuan Penanaman Data

Untuk menganalisis kualitas citra yang telah ditanamkan *file* (*stego-image*), akan digunakan *stego-image* pada contoh sebelumnya. Kualitas *stego-image* diukur dengan menggunakan fasilitas *Analyze* pada Casper. Berikut adalah tabel hasil analisis :

Tabel 5. Hasil analisis kualitas *stego-image*

Analisis	Citra	File yang ditanamkan		
		A.test	B.test	C.test
Correlation of Determinataion (CD)	Lena	0,9981	0,9981	0,9982
	Baboon	0,9925	0,9926	0,9925
	Pepper	0,9982	0,9983	0,9983
Root Mean Squarred Error (RMSE)	Lena	4,2804	4,2736	4,2570
	Baboon	8,3020	8,2629	8,3045
	Pepper	4,4105	4,3620	4,3893
Peak Signal To Noise Ratio (PSNR)	Lena	35,5011	35,5149	35,5487
	Baboon	29,7471	29,7882	29,7445
	Pepper	35,2412	35,3372	35,2828

Berdasarkan tabel 5. maka dapat dilihat bahwa *correlation of determination* (CD) sangatlah tinggi, dimana semua *stego-image* memiliki CD diatas 0,99 dari nilai maksimum CD adalah 1 (semakin mendekati 1 maka semakin baik kualitas citra). CD yang paling kecil dihasilkan oleh Baboon karena kapasitas maksimumnya (jumlah data yang ditanamkan) jauh lebih besar dari Lena dan Pepper. CD Pepper lebih besar sedikit dari CD Lena walaupun kapasitas maksimum Pepper lebih besar daripada Lena. Namun jika perbedaan yang sangat kecil itu diabaikan, maka dapat dikatakan bila semakin besar jumlah data yang ditanamkan ke dalam citra maka semakin kecil CD dan kualitas citra semakin kurang baik.

Untuk RMSE paling tinggi dihasilkan oleh Baboon 8,3045 dimana ditanamkan *file C.test*. Hal ini dikarenakan jumlah data yang ditanamkan ke Baboon paling besar. Dengan demikian semakin sedikit jumlah data yang ditanamkan ke dalam citra maka semakin kecil juga RMSEnya dan semakin baik kualitas citra.

Untuk PSNR dimana semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas citra, hasil PSNR yang paling kecil dihasilkan oleh Baboon karena jumlah data yang ditanamkan ke Baboon adalah yang paling besar. Dengan demikian semakin besar data yang ditanamkan ke dalam citra maka semakin kecil PSNR dan semakin kurang baik kualitas citra.

Berdasarkan analisis CD, RMSE, dan PSNR maka dapat dikatakan bahwa semakin besar jumlah data yang ditanamkan ke dalam citra maka kualitas citra yang dihasilkan akan semakin kurang baik. Walaupun kualitas yang kurang baik tersebut namun mata manusia tidak mampu membedakan adanya perubahan pada citra tersebut. Berikut adalah hasil perbandingan antara citra asli dengan *stego-image* yang dihasilkan, dimana *stego-image* yang diambil adalah *stego-image* yang ditanamkan data paling besar (Lena ditanamkan B.test, Baboon ditanamkan C.test, Pepper ditanamkan A.test).

Perbandingan Kualitas *Stego-Image*

Untuk membandingkan kualitas *stego-image*, maka akan digunakan citra Lena, Baboon, dan Pepper yang telah ditanamkan *file M.test*.

Tabel 6. Perbandingan kualitas antara Casper, BattleSteg, dan FilterFirst

Analisis	Citra	File yang ditanamkan		
		Casper	BattleSteg	FilterFirst
<i>Correlation of Determinataion</i> (CD)	Lena	0,999309	0,999932	0,999933
	Baboon	0,998171	0,999926	0,999927
	Pepper	0,999293	0,999940	0,999941
<i>Root Mean Squarred Error</i> (RMSE)	Lena	2,162460	0,812550	0,866045
	Baboon	3,064836	0,812815	0,866714
	Pepper	2,409437	0,815266	0,869585
<i>Peak Signal To Noise Ratio</i> (PSNR)	Lena	41,431841	49,933856	49,379995
	Baboon	38,402658	49,930968	49,373285
	Pepper	40,492491	49,904818	49,344561

Pada tabel 6. menunjukkan bahwa kualitas yang dihasilkan oleh Casper masih kalah daripada BattleSteg dan FilterFirst. Selisih CD antara Casper dengan BattleSteg dan FilterFirst tidaklah jauh berbeda. Untuk hal RMSE dan PSNR perbedaan agak mencolok, walau demikian hal ini wajar karena kapasitas Casper jauh lebih besar daripada BattleSteg dan FilterFirst.

4. SIMPULAN

Penerapan Metode *Two-Sided Side Match* untuk pengamanan soal ujian yang dikirimkan melalui citra data digital, dengan menggunakan program komputer telah dapat digunakan untuk pengamanan soal ujian. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa rata-rata jumlah *fall off the boundary* sangatlah sedikit sekitar 2,98%. *Fall off the boundary* ini tidak berpengaruh besar dalam menentukan jumlah kapasitas. Program Casper mampu menanamkan data rata-rata 6

bit/piksel sehingga mencapai kapasitas yang tinggi dan dengan kecepatan proses yang cepat. Dengan demikian dapat memenuhi kebutuhan sistem dimana soal ujian yang akan dikirimkan berukuran cukup besar. Hal lain bahwa koefisien determinasi dari *stego-image* yang dihasilkan sangatlah tinggi yaitu bernilai di atas 0,99. Nilai daripada *Root Mean Squarred Error* dan *Peak Signal to Noise Ratio* juga cukup bagus. Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa Casper mampu menanamkan *file* N test sedangkan BattleSteg dan Filter First tidak mampu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kapasitas penanaman data Casper lebih besar daripada BattleSteg dan FilterFirst. Hal lain bahwa kualitas Casper masih kalah daripada BattleSteg dan FilterFirst, namun hal ini sesuai dengan *triangle of trade-off* oleh Fridrich, sehingga dapat dilihat bahwa Casper cenderung dirancang ke arah kapasitas bukan kualitas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chang C.C dan H. W. Tseng. (2004). *A Steganographic Method For Digital Images Using Side Match*. <http://multimedia.csie.mcu.edu>
- C. Kraetzer, J. Dittmann, dan A. Lang. (2006). *Transparency Benchmarking on Audio Watermarks and Steganography*. http://www.witi.cs.uni-magdeburg.de/~alang/paper/kraetzer_dittmann_lang-transparency_benchmarking-spie2006.pdf
- D. Braun, J. Sivils, A. Shapiro, dan J. Versteegh. (2005). *Unified Modeling Language (UML) Tutorial*. http://pigseye.kennesaw.edu/~dbraun/csis4650/A&D/UML_tutorial/index.htm
- Gupta, Sonali. (2005). *All About Steganography*. <http://palisade.plynt.com/issues/2005Apr/steganography/>
- Hempstalk, Kathryn. (2005). *Hiding Behind Corners : Using Edges in Images for Better Steganography*. <http://diit.sourceforge.net/files/HidingBehindCorners.pdf>
- M. Kharrazi, H. T. Sencar, dan N. Memon. (2004). *Image Steganography : Concepts and Practice*. <http://www.ims.nus.edu.sg/preprints/2004-25.pdf>
- Quatrani, Terry. (2007). *Introduction to the Unified Modeling Language*. http://pigseye.kennesaw.edu/~dbraun/csis4650/A&D/UML_tutorial/index.htm
- Queirolo, Francesco. *Steganography in Images*. <http://virtual.union.edu/~queirolf/ESSAYS/Steganography.pdf>

PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINEAR *FUZZY* KOMPLEKS MENGGUNAKAN METODE DEKOMPOSISI *QR*

Yuslenita Muda¹, Syafrina²

^{1,2)} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Suska Riau

¹⁾ ilen_77@hotmail.com; ²⁾ syafrina.queensha@gmail.com

ABSTRAK

Sistem Persamaan Linear (SPL) dapat dibentuk ke dalam persamaan matriks $AX = Y$. Telah diketahui bahwa koefisien sistem persamaan linear ada yang berupa bilangan real, bilangan kompleks dan ada yang berupa bilangan *fuzzy*. Pada makalah ini, sistem persamaan linear yang digunakan adalah sistem persamaan linear dengan koefisien bilangan kompleks dan konstanta bilangan *fuzzy* kompleks serta menggunakan nilai keanggotaan *fuzzy* segitiga, sehingga disebut sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks. Sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks dapat diselesaikan dengan menggunakan metode dekomposisi *QR*. Metode dekomposisi *QR* merupakan suatu metode yang mendekomposisikan suatu matriks A menjadi matriks Q dan R , dengan Q adalah matriks yang vektor kolomnya merupakan basis ortonormal dan R adalah matriks segitiga atas. Berdasarkan pembahasan solusi u dari sistem persamaan disebut solusi *fuzzy* kuat karena $\underline{u}_j = \underline{x}_j, \bar{u}_i = \bar{x}_i$, dan jika terdapat salah satu yang tidak sama maka u adalah solusi *fuzzy* lemah untuk sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks tersebut.

Kata kunci: basis ortonormal, dekomposisi *QR*, SPL *fuzzy* kompleks, solusi *fuzzy* kuat, solusi *fuzzy* lemah.

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan pada bidang aljabar linear adalah menyelesaikan suatu sistem persamaan $AX = Y$, untuk suatu matriks A serta vektor X dan Y (Lipschutz, S, 2006). Sistem persamaan linear merupakan sekumpulan persamaan linear yang terdiri dari koefisien dan variabel. Koefisien pada sistem persamaan linear ada yang berupa bilangan real, bilangan kompleks dan ada pula dalam bentuk bilangan *fuzzy*.

Secara bahasa, *fuzzy* diartikan “*kabur*”. Bentuk umum dari sistem persamaan linear *fuzzy* adalah $A\tilde{X} = \tilde{Y}$. Sistem persamaan linear *fuzzy* ini unsur $\tilde{Y}$ masih dalam bentuk parameter yang berada pada interval tertentu. Untuk menyatakan hal tersebut maka digunakan teori himpunan *fuzzy*.

Dekomposisi *QR* merupakan cara memfaktorkan matriks A menjadi $A = QR$ untuk suatu matriks Q dan matriks R . Dengan demikian sistem persamaan akan berubah menjadi $AX = (QR)X = Y$, dengan Q adalah matriks yang vektor kolomnya merupakan basis ortonormal dan R adalah matriks segitiga atas.

Metode dekomposisi *QR* tidak hanya digunakan untuk mendapatkan solusi sistem persamaan linear, tetapi juga dapat digunakan untuk menentukan solusi sistem persamaan linear kompleks, dan solusi sistem persamaan linear *fuzzy*.

Dalam penulisan ini, akan digunakan metode dekomposisi *QR* untuk menyelesaikan sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks. Sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Bilangan Kompleks

Himpunan bilangan kompleks dilambangkan dengan $\mathbb{C}$. Dalam bilangan kompleks, notasi i biasa digunakan sebagai lambang dari $\sqrt{-1}$ sehingga $i^2 = -1$. Bilangan kompleks pada awalnya didefinisikan sebagai pasangan bilangan real (x, y) , namun secara umum notasi bilangan kompleks adalah $z = x + iy$ yang dilambangkan dengan titik (x, y) yang merupakan kombinasi antara bilangan real dan imajiner. Bilangan x merupakan bagian real dari z , dinotasikan dengan $x = \operatorname{Re}(z)$ dan nilai y merupakan bagian imajiner dari z , dinotasikan dengan $y = \operatorname{Im}(z)$.

2.2. Sistem Persamaan Linear Kompleks

Sistem persamaan linear kompleks (SPLK) merupakan SPL dengan koefisien atau konstantanya adalah bilangan kompleks. Berikut akan diberikan contoh untuk penyelesaian SPLK [3].

Contoh 1:

Selesaikan SPLK berikut:

$$\begin{aligned} x_1 + (1+i)x_2 &= 1-2i \\ ix_1 - x_2 + ix_3 &= 2 \\ (-1+i)x_1 - x_2 - x_3 &= 2+3i \end{aligned}$$

Penyelesaian:

Berdasarkan sistem persamaan linear kompleks yang diberikan, akan ditentukan solusi x dengan cara operasi baris elementer (OBE). Melalui proses OBE diperoleh matriks yang merupakan hasil dari SPLK, yaitu:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1+i & -3i \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Misalkan $x_3 = t$, maka diperoleh solusi dari sistem persamaan linear di atas dengan $x_1 = -3i - (1+i)t$, dan $x_2 = 1+t$.

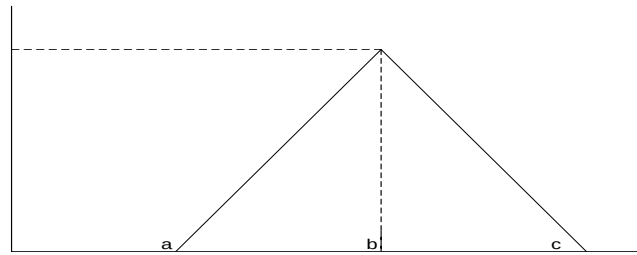
2.4 Himpunan Fuzzy

Secara bahasa *fuzzy* dapat diartikan kabur atau semu. Himpunan *fuzzy* merupakan kumpulan dari entri-entri dengan suatu rangkaian tingkat keanggotaan. Untuk mengatasi permasalahan himpunan *fuzzy*, dikaitkan himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi yang menyatakan derajat kesesuaian unsur-unsur dalam semestanya dengan konsep yang merupakan syarat keanggotaan himpunan *fuzzy*. Fungsi tersebut disebut *fungsi keanggotaan* dan nilai fungsi itu disebut *derajat keanggotaan* suatu unsur dalam himpunan *fuzzy*. Himpunan ini dicirikan dengan fungsi keanggotaan yang menegaskan suatu tingkatan (*grade*) keanggotaan yang bernilai 0 dan 1, dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa nilai keanggotaan pada *fuzzy* terletak pada interval $[0,1]$.

Himpunan *fuzzy* U dalam semesta X , dapat dinotasikan dalam bentuk $\tilde{U} = \{(x, \mu_{\tilde{U}}(x)) | x \in X\}$ dengan $\mu_{\tilde{U}}$ adalah fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* $\tilde{U}$, pada penulisan ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan segitiga ditandai dengan tiga parameter yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Persamaan untuk fungsi keanggotaan segitiga ini adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\tilde{U}}(x) = \mu_{\tilde{U}}(x, a, b, c) = \begin{cases} (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-a)/(c-b), & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

Kurva yang dibentuk oleh fungsi keanggotaan segitiga pada persamaan (1) merupakan gabungan antara dua garis linear, untuk lebih jelas berikut adalah grafik fungsi keanggotaan segitiga:



Gambar 1. Grafik fungsi keanggotaan segitiga $\mu_{\tilde{U}}(x, a, b, c)$

Bilangan *fuzzy* (u) di dalam R didefinisikan sebagai pasangan fungsi $(\underline{u}, \overline{u})$ yang memenuhi sifat sebagai berikut [1]:

- 1) fungsi $\underline{u}$ monoton naik, terbatas, dan kontinu kiri pada $[0, 1]$,
- 2) fungsi $\bar{u}$ monoton turun, terbatas, dan kontinu kanan pada $[0, 1]$, dan
- 3) $u(r) \leq \bar{u}(r)$ untuk setiap r dalam $[0, 1]$.

Himpunan bilangan-bilangan *fuzzy* dinyatakan dengan F , untuk setiap bilangan *fuzzy* $u \in F$ ditulis dalam bentuk parameter $u = (\underline{u}, \overline{u})$. Operasi aljabar bilangan *fuzzy* untuk setiap $u = \underline{u}(r)$, $\overline{u}(r)$ dan $y = y(r)$, $\overline{y}(r) \in F$ dan bilangan real k didefinisikan sebagai berikut [1]:

- 1) $u + y = (\underline{u}(r) + \underline{y}(r), \bar{u}(r) + \bar{y}(r))$
- 2) $u = y$ jika dan hanya jika $\underline{u} = \underline{y}$ dan $\bar{u} = \bar{y}$
- 3) $ku = k\underline{u}, k\bar{u}$ untuk $k \geq 0$ dan $ku = k\underline{u}, k\bar{u}$ untuk $k < 0$

2.5 Sistem Persamaan Linear *Fuzzy*

Sistem persamaan linear *fuzzy* merupakan suatu sistem persamaan linear yang berparameter *fuzzy* atau semu yang berada pada interval tertentu. Bentuk umum dari sistem persamaan linear *fuzzy* adalah:

$$A\tilde{X} = \tilde{Y} \quad (2)$$

Model sistem persamaan linear *fuzzy* dapat dijelaskan sebagai berikut :

[illegible]

dengan $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_n, \tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_n \in F$ dan $a_{i,j} \in R$ untuk $1 \leq i, j \leq n$. Sistem persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk matriks $A\tilde{X} = \tilde{Y}$, dengan:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_1 \\ \tilde{x}_2 \\ \vdots \\ \tilde{x}_n \end{bmatrix} \quad \tilde{Y} = \begin{bmatrix} \tilde{y}_1 \\ \tilde{y}_2 \\ \vdots \\ \tilde{y}_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Suatu vektor bilangan *fuzzy* $(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ dengan diberikan $x_i = (\underline{x}_i(r), \bar{x}_i(r))$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$ dan $r = [0, 1]$ disebut penyelesaian sistem persamaan linear *fuzzy* jika memenuhi :

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j &= \sum_{j=1}^n \overline{a_{ij}x_j} = \underline{y_i} \\ \sum_{i=1}^n a_{ij}x_j &= \sum_{i=1}^n \overline{a_{ij}x_j} = \overline{y_i} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

untuk sebarang persamaan $\underline{y}_i$ dan $\overline{y}_i$ merupakan kombinasi linear dari $\underline{x}_j$ dan $\overline{x}_j$. Akibatnya, untuk mencari penyelesaian dari sistem persamaan linear (5), maka langkah awal yang harus dilakukan adalah mengubah koefisien matriks A yang berukuran $n \times n$ menjadi koefisien matriks yang berukuran $2n \times 2n$ dengan kolom sebelah kanan merupakan vektor $(\underline{y}_1, \underline{y}_2, \dots, \underline{y}_n, \overline{y}_1, \overline{y}_2, \dots, \overline{y}_n)^T$ [2].

Persamaan (5) dengan $(\underline{x}_1, \dots, \underline{x}_n, \overline{x}_1, \dots, \overline{x}_n)^T$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$ adalah variabel yang tidak diketahui dan $(\underline{y}_1, \dots, \underline{y}_n, \overline{y}_1, \dots, \overline{y}_n)^T$ adalah ruas sebelah kanan, sehingga diperoleh persamaan linear fuzzy yang baru. Sistem persamaan linear fuzzy baru dapat dijelaskan sebagai berikut yaitu [4]:

$$\begin{aligned} S_{11}\underline{x}_1 + \dots + S_{1n}\underline{x}_n + S_{1,n+1}(\overline{x}_2) + \dots + S_{1,2n}(\overline{x}_n) &= \underline{y}_1 \\ \vdots & \\ S_{n1}\underline{x}_1 + \dots + S_{nn}\underline{x}_n + S_{n,n+1}(\overline{x}_2) + \dots + S_{n,2n}(\overline{x}_n) &= \underline{y}_n \\ S_{n+1,1}\underline{x}_1 + \dots + S_{n+1,n}\underline{x}_n + S_{n+1,n+1}(\overline{x}_2) + \dots + S_{n+1,2n}(\overline{x}_n) &= \overline{y}_1 \\ \vdots & \\ S_{2n,n} + S_{2n,n+1}(\overline{x}_2) + \dots + S_{2n,2n}(\overline{x}_n) &= \overline{y}_n \end{aligned} \quad (6)$$

Jika pada persamaan (4) matriks koefisien berbentuk $A = (a_{ij})$ untuk $i, j = 1, 2, \dots, n$, maka untuk menentukan entri s_{ij} ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut:

$$S \begin{cases} s_{ij} = s_{i+n,j+n} = a_{ij}, & a_{ij} \geq 0 \\ s_{i+n,j} = s_{i,j+n} = -a_{ij}, & a_{ij} \leq 0 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases} \quad (7)$$

Selanjutnya persamaan (7) dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$S\tilde{X} = \tilde{Y} \quad (8)$$

dengan,

$$S = \begin{bmatrix} S_1 \geq 0 & S_2 \leq 0 \\ S_2 \leq 0 & S_1 \geq 0 \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} \underline{X} \\ \overline{X} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} \underline{Y} \\ \overline{Y} \end{bmatrix}$$

dan,

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} \underline{x}_1(r) \\ \vdots \\ \underline{x}_n(r) \end{bmatrix} \quad \overline{X} = \begin{bmatrix} \overline{x}_1(r) \\ \vdots \\ \overline{x}_n(r) \end{bmatrix} \quad \underline{Y} = \begin{bmatrix} \underline{y}_1(r) \\ \vdots \\ \underline{y}_n(r) \end{bmatrix} \quad \overline{Y} = \begin{bmatrix} \overline{y}_1(r) \\ \vdots \\ \overline{y}_n(r) \end{bmatrix}$$

sehingga

$$S_1 \underline{X} + S_2 \overline{X} = \underline{Y}$$

$$S_2 \underline{X} + S_1 \overline{X} = \overline{Y}$$

Diketahui $X = (\underline{x}_i(r), \overline{x}_i(r))$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$ adalah penyelesaian tunggal dari $S\tilde{X} = \tilde{Y}$. Jika $(\underline{y}_i(r), \overline{y}_i(r))$ merupakan fungsi linear pada r , maka ruang vektor bilangan fuzzy adalah $u = \{(\underline{u}_i(r), \overline{u}_i(r)), i = 1, 2, \dots, n\}$ didefinisikan oleh :

$$\underline{u}_i(r) = \min\{\underline{x}_i(r), \overline{x}_i(r), \underline{x}_i(1)\}$$

$$\overline{u}_i(r) = \max\{\underline{x}_i(r), \overline{x}_i(r), \underline{x}_i(1)\}$$

disebut solusi fuzzy dari $S\tilde{X} = \tilde{Y}$ jika $(\underline{x}_i(r), \overline{x}_i(r))$ adalah semua bilangan fuzzy untuk setiap $1 \leq i \leq n$. Pada solusi fuzzy, u disebut solusi fuzzy kuat (*strong fuzzy solution*) jika $\underline{u}_i = \underline{x}_i$ dan

$\bar{u}_i = \bar{x}_i$, akan tetapi jika terdapat salah satu yang tidak sama maka u adalah solusi *fuzzy* lemah (*weak fuzzy solution*).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bilangan *fuzzy* kompleks pada penulisan ini menggunakan dua bilangan *fuzzy* yang mewakili nyata dan imajiner, bentuk dari bilangan *fuzzy* kompleks sebagai berikut:

$\tilde{Z} = \tilde{x} + i\tilde{y}$, dengan

$$\tilde{x} = (\underline{x}_i(r), \bar{x}_i(r))$$

$$\tilde{y} = (\underline{y}_i(r), \bar{y}_i(r)) \text{ dan } 0 \leq r \leq 1$$

dengan,

$$\underline{Z} = \underline{x}(r) + i\underline{y}(r)$$

$$\bar{Z} = \bar{x}(r) + i\bar{y}(r)$$

Model permasalahan sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks dijelaskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} c_{11}z_1 + c_{12}z_2 + \cdots + c_{1n}z_n &= w_1 \\ c_{21}z_1 + c_{22}z_2 + \cdots + c_{2n}z_n &= w_2 \\ \vdots &\quad \quad \quad \vdots \\ c_{m1}z_1 + c_{m2}z_2 + \cdots + c_{mn}z_n &= w_m \end{aligned} \quad (9)$$

dengan koefisien matriks $C = (c_{ij})$, $1 \leq i, j \leq n$ adalah matriks kompleks $n \times n$ dan w_i , $1 \leq i \leq n$ adalah bilangan *fuzzy* kompleks [5]. Sistem ini disebut penyelesaian sistem persamaan linear *fuzzy* jika memenuhi :

$$\sum_{j=1}^n c_{ij}z_j = w_i,$$

untuk, $i = 1, 2, \dots, n$

Dalam penyelesaian sistem ini menggunakan bilangan-bilangan kompleks sebagai berikut:

$$c_{ij} = a_{ij} + ib_{ij}$$

$$z_i = p_i + iq_i$$

$$w_i = u_i + iv_i$$

Sehingga penjabarannya dibentuk seperti:

$$\sum_{j=1}^n (a_{ij} + ib_{ij})(p_j + iq_j) = u_i + iv_i$$

Untuk penyelesaian sistem ini, dapat ditulis sebagai berikut:

$$V = [v_i]$$

$$U = [u_i]$$

$$A = [a_i]$$

$$B = [b_i]$$

$$P = [p_i]$$

$$Q = [q_i] \text{ untuk } i, j = 1, 2, \dots, n$$

Selanjutnya dapat ditulis dalam bentuk matriks seperti berikut:

$$\begin{bmatrix} A & -B \\ B & A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} \quad (11)$$

3.1 Metode Dekomposisi QR

Metode QR dapat diaplikasikan dalam menentukan solusi dari nilai x pada sistem persamaan linear *fuzzy*. Dekomposisi QR adalah proses pemfaktoran matriks A menjadi $A = QR$ untuk suatu matriks Q dan matriks R . Dengan demikian sistem persamaan akan berubah menjadi $Ax = (QR)x = y$,

dengan Q adalah matriks vektor kolomnya basis ortonormal Q dan R adalah matriks segitiga atas [7].

Untuk menyelesaikan suatu sistem persamaan linear menggunakan dekomposisi QR , hal-hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1) *Input*: Matriks $A \in C^{m \times n}$ atas R

Matriks A dimisalkan sebagai matriks yang dibentuk dari vektor-vektor kolom, yaitu $A = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n]$, dengan $a_1 \in C^m$.

2) Dibentuk basis ortonormal $\{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ dari himpunan $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ dengan menggunakan algoritma Gram-Schmit sebagai berikut:

a) Dibentuk

$$q_1 = \frac{v_1}{\|v_1\|} \quad (12)$$

b) Untuk $i = 2, 3, 4, \dots, n$ dibentuk:

$$q_i = \frac{v_i - \langle q_1, v_i \rangle q_1 - \langle q_2, v_i \rangle q_2 - \dots - \langle q_{i-1}, v_i \rangle q_{i-1}}{\|v_i - \langle q_1, v_i \rangle q_1 - \langle q_2, v_i \rangle q_2 - \dots - \langle q_{i-1}, v_i \rangle q_{i-1}\|} \quad (13)$$

c) Jika $q_1 = \bar{0}$, maka pilih sebarang vektor $q \in C^m$ yang bukan merupakan kombinasi linier dari vektor $q_1, q_2, \dots, q_{n-1}$ dan dibentuk:

$$q_i = \frac{q - \langle q_1, q \rangle q_1 - \langle q_2, q \rangle q_2 - \dots - \langle q_{i-1}, q \rangle q_{i-1}}{\|q - \langle q_1, q \rangle q_1 - \langle q_2, q \rangle q_2 - \dots - \langle q_{i-1}, q \rangle q_{i-1}\|} \quad (14)$$

d) Dibentuk matriks uniter $Q = q_1, q_2, \dots, q_n$

e) Dibentuk matriks segitiga atas $R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ & \ddots & \vdots \\ & & r_{nn} \end{bmatrix}$

$$r_{ij} = \begin{cases} \langle q_i, v_j \rangle & , i < j \\ \|v_j - \langle q_1, v_j \rangle q_1 - \langle q_2, v_j \rangle q_2 - \dots - \langle q_{j-1}, v_j \rangle q_{j-1}\| & , i = j \\ 0 & , i > j \end{cases} \quad (15)$$

3) *Output*: Matriks uniter Q dan matriks segitiga atas R sehingga $A = QR$ dalam notasi matriks adalah sebagai berikut:

$$A = [a_1, a_2, \dots, a_n] = [q_1, q_2, \dots, q_n] \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ & \ddots & \vdots \\ & & r_{nn} \end{bmatrix}$$

Definisi 1: Jika $A = QR$ adalah dekomposisi QR dari A , maka cara penyelesaian sistemnya dari $Ax = y$ dapat dijelaskan sebagai [2]:

$$\hat{x} = R^{-1}Q^T y. \quad (16)$$

Selanjutnya akan diberikan contoh penyelesaian suatu sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks menggunakan metode dekomposisi QR .

Contoh 2:

Diberikan sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks berikut:

$$(10 - 7.5i)X_1 - (6 - 5i)X_2 = (4 + r, 6 - r) - i(-1 + r, 1 - r)$$

$$-(6 - 5i)X_1 + (16 + 3i)X_2 = (-2 + r, -r) + i(-3 + r, -1 - r)$$

Selesaikan SPLFK di atas dengan menggunakan metode dekomposisi QR .

Penyelesaian:

Berdasarkan contoh di atas maka SPLFK tersebut dibentuk ke dalam matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} 10 - 7.5i & -6 + 5i \\ -6 + 5i & 16 + 3i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (4 + r, 6 - r) + i(-1 + r, 1 - r) \\ (-2 + r, -r) + i(-3 + r, -1 - r) \end{bmatrix}$$

Selanjutnya ditulis dalam bentuk matriks (10), sehingga diperoleh:

$$A = \begin{bmatrix} 10 & -6 \\ -6 & 16 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -7.5 & 5 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}, \quad U = \begin{bmatrix} (4 + r, 6 - r) \\ (-2 + r, -r) \end{bmatrix}$$

$$V = \begin{bmatrix} (-1 + r, 1 - r) \\ (-3 + r, -1 - r) \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya mengubah matriks A, B, P, Q, U dan V ke dalam bentuk matriks pada persamaan (11):

$$\begin{bmatrix} 10 & -6 & 7.5 & -5 \\ -6 & 16 & -5 & -3 \\ -7.5 & 5 & 10 & -6 \\ 5 & 3 & -6 & 16 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (4+r, 6-r) \\ (-2+r, -r) \\ -1+r, 1-r \\ -3+r, -1-r \end{bmatrix}$$

Selanjutnya menentukan matriks S dari matriks A berdasarkan ketentuan (7). Sehingga diperoleh matriks S adalah:

$$S = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 7.5 & 0 & 0 & -6 & 0 & -5 \\ 0 & 16 & 0 & 0 & -6 & 0 & -5 & -3 \\ 0 & 5 & 10 & 0 & -7.5 & 0 & 0 & -6 \\ 5 & 3 & 0 & 16 & 0 & 0 & -6 & 0 \\ 0 & -6 & 0 & -5 & 10 & 0 & 7.5 & 0 \\ -6 & 0 & -5 & -3 & 0 & 16 & 0 & 0 \\ -7.5 & 0 & 0 & -6 & 0 & 5 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & -6 & 0 & 5 & 3 & 0 & 16 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks yang diberikan diperoleh:

$$\tilde{y} = \begin{bmatrix} 4+r \\ -2+r \\ -1+r \\ -3+r \\ 6-r \\ -r \\ 1-r \\ 1-r \end{bmatrix}$$

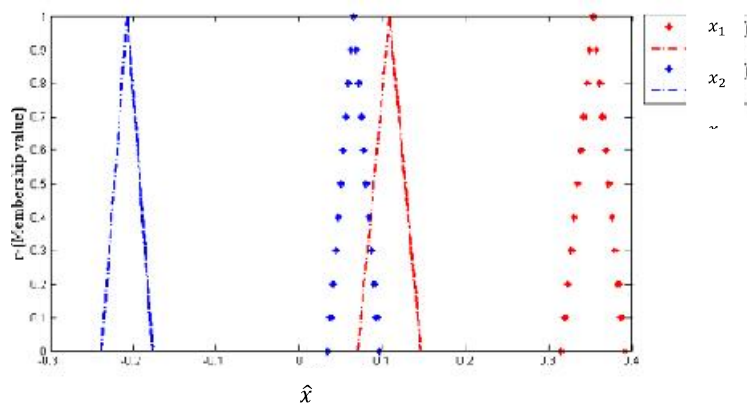
Dengan menggunakan persamaan (16) diperoleh solusi nilai $\hat{x}$ sebagai berikut:

$$\tilde{x} = R^{-1}Q^T\tilde{y} = \begin{bmatrix} 0.316355 & + & 0.03782r \\ 0.034669 & + & 0.03073r \\ 0.070777 & + & 0.03782r \\ -0.23795 & + & 0.03073r \\ 0.392005 & - & 0.03782r \\ 0.096135 & - & 0.03073r \\ 0.146428 & - & 0.03782r \\ -0.17648 & - & 0.03073r \end{bmatrix}$$

Berdasarkan persamaan (1) solusi sistem persamaan linear *fuzzy* kompleks ini dapat dinyatakan dengan bilangan *fuzzy* segitiga sebagai berikut:

$$x_1 = 0.3542 + 0.1086i$$

$$x_2 = 0.0654 - 0.2072i$$



Gambar 2. Solusi untuk sistem persamaan dari contoh 2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan contoh di atas diperoleh bahwa metode dekomposisi QR dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear fuzzy kompleks dengan solusi yang diperoleh untuk contoh 2 adalah:

$$\tilde{u}_1 = (0.316355 + 0.03782r, 0.392005 - 0.03782r) + i(0.070777 + 0.03782r, 0.146428 - 0.03782r)$$

$$\tilde{u}_2 = (0.034669 + 0.03073r, 0.096135 - 0.03073r) + i(-0.23795 + 0.03073r, -0.17648 - 0.03073r)$$

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Beta Norita, “*Sistem Persamaan Linear Fuzzy*”. Vol. 11, No.2, Program Studi Ilmu Komputer, 9499, ISSN: 1410-8518, Agustus 2008, Semarang.
- [2]. M. Matinfar, S. H. Nasserri and M. Shrabi, “*Solving Fuzzy Linear System of Equations by Using Householder Decomposition Method*”. *Applied Mathematical Sciences*, Vol.2, No. 52, 2569-2575, 2008.
- [3]. Nicholson, W. Keith. “*Elementary Linear Algebra*”. First Edition. McGraw-Hill, Singapore. 2001.
- [4]. Seyed Hadi Nasserri, “*Fuzzy Linear Systems: A Decomposition Method and Some New Results*”. Vol.5, No.17, Summer, 2008.
- [5]. Taher Rahgooy, dkk. “*Fuzzy Complex System of Linear Equations Applied to Circuit Analysis*”. Vol.1, No.5, December, 2009.

PENENTUAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN DALAM *COST REDUCTION* MENGGUNAKAN MODEL *ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) BACKORDER* DENGAN *SHORTAGE*

Elis Ratna Wulan¹, Permadi Lukman²

^{1,2}Jurusan Matematika UIN Sunan Gunung Djati Bandung,
¹⁾ elisrwulan@yahoo.com; ²⁾ jayalahragaku@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tersedianya produk yang cukup merupakan faktor penting guna menjamin kelancaran proses produksi. Persediaan yang terlalu banyak atau terlalu sedikit akan terjadi pembengkakan biaya. Maka dari itu harus ditentukan kebijakan persediaan yang optimal supaya tidak terjadi pembengkakan biaya. Kebijakan yang akan ditentukan yaitu menentukan jumlah pemesanan yang ekonomis supaya dapat meminimumkan biaya persediaan. Alat bantu hitung yang digunakan adalah model *Economic Order Quantity (EOQ)* yang membahas tentang adanya kekurangan persediaan dikarenakan adanya barang yang rusak, dan barang rusak tersebut akan langsung dibuang. Dari kondisi tersebut maka model yang digunakan adalah model *EOQ backorder* dengan *shortage*. Model tersebut juga digunakan untuk mereduksi biaya. Pengurangan biaya (*cost reduction*) didapat dari selisih antara biaya total biasa (tanpa model, merupakan hasil perhitungan perusahaan) dengan biaya total yang menggunakan model *EOQ backorder* dengan *shortage*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa model tersebut dapat meminimumkan biaya persediaan, maka kebijakan yang diambil dalam menentukan biaya total persediaan adalah dengan menggunakan model *EOQ backorder* dengan *shortage*.

Kata kunci: Kerusakan Barang, *EOQ Backorder* dengan *Shortage*, Biaya Total Persediaan, Pengurangan Biaya, Kebijakan Persediaan.

1. Pendahuluan

Masalah umum dalam suatu persediaan bersumber dari kejadian-kejadian yang dihadapi tiap saat dalam bidang usaha. Kejadian tersebut dapat berupa tersedianya barang terlalu banyak atau mungkin juga barang yang tersedia terlalu sedikit untuk memenuhi permintaan pelanggan di masa mendatang. Ketidak optimalan persediaan itulah yang akan menimbulkan kerugian (Siagian, 1987).

Jika jumlah pemesanan optimal atau pada saat biaya pesan tepat sama dengan biaya simpan maka biaya total persediaan akan minimum. Kondisi ini sering disebut sebagai *Economic Order Quantity (EOQ)* atau tingkat pemesanan yang ekonomis (Siswanto, 2007).

Dalam model dasar *EOQ* diasumsikan tidak diperkenankan adanya *shortage/ backorder* (Yamit, 2005). Pada penelitian ini akan membahas model persediaan yang mengijinkan *shortage* dengan adanya rencana *backorder*. Faktor terjadinya kekurangan atau kehabisan persediaan yaitu karena adanya kerusakan barang (*defective item*) dan barang akan langsung dibuang. Itu artinya ketika terjadi kerusakan maka akan ada biaya kerugian. Contoh barangnya diantaranya makanan, minuman, dan sayuran. Contoh penyebabnya antara lain kemasannya rusak, melewati batas waktu kadaluarsa, dan terkena zat-zat yang berbahaya.

Alat bantu hitung dalam menentukan jumlah pemesanan optimal ketika terjadi *shortage* untuk meminimumkan biaya persediaan adalah model *EOQ backorder* dengan *shortage*. Model tersebut merupakan *EOQ* dengan asumsi mengijinkan adanya *shortage* dan adanya rencana *backorder*.

Selain menentukan jumlah pemesanan yang optimal, model tersebut juga digunakan dalam mereduksi biaya (*cost reduction*). *Cost reduction* (pengurangan biaya) didapat dari selisih antara

biaya total persediaan tanpa model dengan biaya total persediaan yang menggunakan model EOQ *backorder* dengan *shortage*. Dengan demikian, nantinya akan diketahui biaya total persediaan yang paling minimum diantara kedua biaya total tersebut. Sehingga dari hal tersebut dapat ditentukan kebijakan model yang paling baik dalam menentukan biaya total persediaan yang paling minimum.

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah (Prasetyo, Munawir, dan Musthofiyah, 2005) dan (Li, Yang, dan Lee, 2008):

- a. Dianggap produk tunggal.
- b. Harga pembelian konstan.
- c. Kekurangan persediaan (*shortages*) diperkenankan.
- d. Barang yang rusak akan langsung dibuang.
- e. Pelanggan mau menunggu sampai datangnya persediaan ketika terjadi kekurangan.

Notasi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- C_d : Defective cost
 C_h : Holding cost
 C_o : Ordering cost
 C_p : Purchase cost
 C_R : Cost reduction
 C_s : Shortage cost
 D : Kuantitas permintaan/periode
 I : Persediaan awal pesanan
 I^* : Persediaan awal pesanan optimal
 Q : Kuantitas pemesanan
 Q^* : Kuantitas pemesanan optimal
 S : Shortage
 S^* : Shortage yang optimal
 t : Kurun waktu/siklus
 t_1 : Waktu sebelum terjadi *shortage*
 t_2 : Waktu ketika terjadi *shortage*
 TC : Biaya total (tanpa model)
 TC^* : Biaya total (menggunakan model)

Komponen biaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Biaya pembelian (Li, Yang, dan Lee, 2008)]

$$\text{Biaya beli} = D C_p \quad (1)$$
2. Biaya pemesanan (Li, Yang, dan Lee, 2008)

$$\text{Biaya pesan} = \left(\frac{D}{Q}\right) C_o \quad (2)$$
3. Biaya penyimpanan (Siagian, 1987)

$$\begin{aligned} \text{Biaya simpan} &= \left(\frac{1}{2} t_1 I\right) C_h \\ &= \left(\frac{1}{2} \frac{I}{Q} t\right) C_h = \frac{I^2}{2 Q} C_h \\ &= \frac{(Q-S)^2}{2 Q} C_h \end{aligned} \quad (3)$$
4. Biaya *shortage* ketika melakukan *backorder* (Siagian, 1987)

$$\begin{aligned} \text{Biaya } shortage &= \left(\frac{1}{2} t_2 S\right) C_s \\ &= \left(\frac{1}{2} \frac{S}{Q} t S\right) C_s = \frac{S^2}{2 Q} C_s \end{aligned} \quad (4)$$
5. Biaya kerusakan (Prasetyo, Munawir, dan Musthofiyah, 2005)
 - a. Barang rusak langsung dijual dengan potongan harga. Maka tidak akan ada biaya simpan untuk barang ini. Besar biayanya adalah:

$$\text{Biaya kerusakan} = (S C_p) - (S C_d) = S (C_p - C_d) \quad (5)$$
 - b. Barang rusak langsung dibuang. Biaya kerugian ini akan lebih besar dibanding biaya kerugian yang dijual dengan potongan harga. Besar biayanya adalah:

$$\text{Biaya kerusakan} = S C_p \quad (6)$$

Adapun model tambahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada gambar 1.

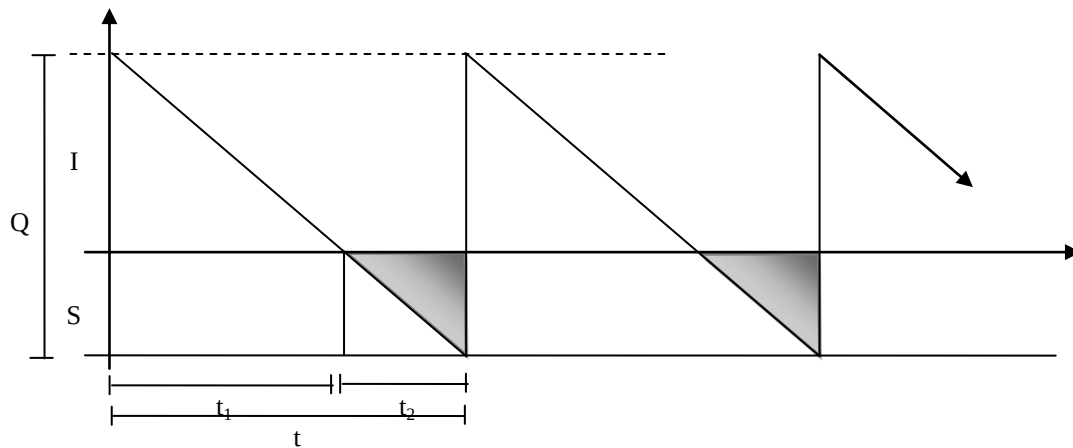
$$Q = I + S$$

$$I = Q - S$$

$$S = Q - I$$

$$\frac{t}{t_1} = \frac{Q}{I} \rightarrow t_1 = \frac{I}{Q} t$$

$$\frac{t}{t_2} = \frac{Q}{S} \rightarrow t_2 = \frac{S}{Q} t$$



Gambar 1. Situasi Persediaan Model dengan *Shortage* (Siagian, 1987)

2. Metode Penelitian

2.1. Model EOQ *Backorder* dengan *Shortage*

Berdasarkan komponen-komponen biaya pada tinjauan pustaka maka akan didapat model EOQ *backorder* dengan *shortage* karena kerusakan barang dan barang tersebut akan langsung dibuang. Pemetaan situasi persediaannya tergambar pada Gambar 1. Berikut adalah model biaya total persediaan yang didapat:

TC = biaya beli + biaya pesan + biaya simpan + biaya *shortage* + biaya kerusakan

$$TC = DC_p + \frac{DC_o}{Q} + \frac{(Q-S)^2 C_h}{2Q} + \frac{S^2 C_s}{2Q} + SC_p \quad (7)$$

Untuk mencari turunan TC terhadap Q adalah: $\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_o + S^2(C_h + C_s)}{C_h}} \quad (8)$$

Untuk mencari turunan TC terhadap S adalah: $\frac{\partial TC}{\partial S} = 0$

$$S = Q \frac{(C_h - C_p)}{(C_h + C_s)} \quad (9)$$

Dari persamaan (8) supaya menjadi Q optimal (Q^*) dan persamaan (9) supaya menjadi S optimal (S^*), yaitu mensubstitusikan persamaan (9) ke dalam persamaan (8) dan persamaan (10) kedalam persamaan (9). Maka akan menghasilkan model sebagai berikut:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o (C_h + C_s)}{(C_h(C_h + C_s) - (C_h - C_p)^2)}} \quad (10)$$

$$S^* = Q^* \frac{(C_h - C_p)}{(C_h + C_s)} \quad (11)$$

2.2. Total Cost Menggunakan Model EOQ Backorder dengan Shortage

Untuk mendapat biaya total persediaan yang minimum menggunakan model EOQ *backorder* dengan *shortage*, yaitu persamaan (10) dan (11) disubstitusikan kedalam persamaan (2.7), maka akan menghasilkan model sebagai berikut:

$$TC^* = DC_p + \frac{DC_o}{Q^*} + \frac{(Q^* - S^*)^2 ch}{2Q^*} + \frac{(S^*)^2 c_s}{2Q^*} + S^* C_p \quad (12)$$

2.3. Cost Reduction Menggunakan Model EOQ Backorder dengan Shortage

Pengurangan biaya (*cost reduction*) akan didapat dari selisih antara *total cost* tanpa menggunakan model dengan *total cost* yang menggunakan model EOQ *backorder* dengan *shortage*, dengan model sebagai berikut (Mwansele, Sichona, dan Akarro, 2011):

$$CR = TC - TC^* \quad (13)$$

2.4. Kebijakan Persediaan dalam Cost Reduction Menggunakan Model EOQ Backorder dengan Shortage

Dengan menggunakan rumus pengurangan biaya suatu model EOQ *backorder* dengan *shortage* dapat diketahui apakah model tersebut dapat meminimumkan biaya persediaan atau tidak. Jika diketahui bahwa model EOQ *backorder* dengan *shortage* dapat meminimumkan biaya total persediaan, maka kebijakan yang akan ditentukan adalah model tersebut yang akan digunakan dalam meminimumkan biaya persediaan. Penentuan kebijakan tersebut ditentukan berdasarkan situasi adanya *shortage* karena kerusakan barang dan barang tersebut langsung dibuang.

3. Hasil dan Pembahasan

Misal pada perusahaan susu, yang menggunakan susu sebagai bahan baku produksi dengan data persediaan dalam suatu periode tertentu adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Persediaan Perusahaan

Periode	Kuantitas Permintaan (liter)	Jenis Biaya			
		Beli (Rp.)	Pesan (Rp.)	Simpan (Rp.)	Shortage (Rp.)
	(D)	(Cp)	(Co)	(Ch)	(Cs)
1	3.021.313	3.221	178.857.906,10	6.442	4.187,3
2	2.598.463	3.221	178.857.906,10	6.442	4.187,3
3	2.964.831	3.221	178.857.906,10	6.442	4.187,3
4	2.964.806	3.221	178.857.906,10	6.442	4.187,3
5	3.109.756	3.221	178.857.906,10	6.442	4.187,3

3.1. Biaya Total Menggunakan Model EOQ Backorder dengan Shortage

Dengan menggunakan model dalam persamaan (10), (11), dan (12) maka dihasilkan kuantitas pemesanan, kuantitas *shortage*, juga biaya persediaan yang ekonomis adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuantitas Pemesanan, Kuantitas Shortage, dan Biaya Persediaan yang Ekonomis

Periode	Q* (liter)	S* (liter)	TC* (Rp.)
1	444.666,6132	134.747,4585	12.162.169.931,05
2	412.377,4716	124.962,8702	10.623.679.590,22
3	440.490,5892	133.481,9967	11.957.415.515,02
4	440.488,7320	133.481,4339	11.957.324.838,94
5	451.128,0384	136.705,4662	12.482.362.593,01

3.2. Cost Reduction

Dengan menggunakan model dalam persamaan (13), maka dihasilkan penghematan biaya (*cost reduction*) adalah seperti pada Tabel 3. Dengan TC sebagai biaya total persediaan tanpa model (merupakan hasil perhitungan perusahaan).

Tabel 3. Pengurangan Biaya atau Penghematan Biaya

Periode	TC (Rp.)	CR (Rp.)
1	19.642.156.252,10	7.479.986.321,05
2	16.918.156.552,10	6.294.476.961,88
3	19.278.299.208,10	7.320.883.693,08
4	19.278.138.158,10	7.320.813.319,16
5	20.211.906.058,10	7.729.543.465,09

3.3. Kebijakan Persediaan dalam Cost Reduction Menggunakan Model EOQ Backorder dengan Shortage

Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan terhadap biaya total persediaan menggunakan model EOQ *backorder* dengan *shortage*, ternyata perusahaan susu dapat menghemat atau mengurangi biaya total persediaan yang diperlihatkan dengan tabel 3. Dengan kata lain model tersebut dapat menghemat biaya persediaan. maka kebijakan yang akan ditentukan adalah menggunakan model tersebut untuk menentukan biaya total persediaan.

4. Simpulan dan Saran

Pada penelitian ini dihasilkan model yang dapat meminimumkan biaya persediaan ketika terjadi *shortage* karena kerusakan barang dan barang tersebut langsung dibuang. Model tersebut digunakan untuk menentukan kebijakan dalam meminimumkan biaya.

Model ini merupakan model persediaan deterministik, untuk penelitian lanjutan dapat dikembangkan dengan permasalahan yang berbeda seperti model probabilistik, model MRP, atau JIT.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S.Z., (2004): *Kebijakan Publik*, Yayasan Pancur Siwah, Jakarta.
- Cahya, L.M., Pujawan, I.N., dan Wiratno, S.E., (2012): Model Integrasi Produksi-Distribusi untuk Produk yang Mengalami Deteriorasi dengan Kebijakan Backorder, *Jurnal Jurusan Teknik Industri*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mwansele, H.A., Sichona, F.J., dan Akarro, R.R.J., (2011): Determination of Inventory Control Policies at Urafiki Textile Mills Co Ltd in Dar-es-Salaam Tanzania, *Business and Economics Journal*, Vol 2011(23).
- Najich, M.A., (2010): *Analisis Economical Order Quantity (EOQ) dalam Persediaan Bahan Baku untuk Meningkatkan Volume Produksi (Studi Kasus pada Koperasi Susu "Sinaw Andandani Ekonomi" (SAE) Kecamatan Pujon Kabupaten Malang)*, Program Studi Pendidikan Ekonomi Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Prasetyo, H., Munawir, H., dan Musthofiyah, N.A., (2005): Pengembangan Model Persediaan dengan Mempertimbangkan Waktu Kadaluaarsa Bahan dan Faktor Incremental Discount, *4(2)*, 49 – 56.

- Q. Li, J. Yang, dan H. Lee, (2008): An Optimization Inventory Model with Allowable Deffective Rate and Shortage Backordering, *ACME 2008 Proceedings of International Conference on Pasific Rim Management (Revised Edition)*, 18th Annual Meeting July 24 – 26, 2008, Toronto, Ontario, Canada, 159 – 165.
- Siagian, P., (1987): *Penelitian Operasional*, UI-Press, Jakarta.
- Siswanto, (2007): *Operation Research*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Yamit, Z., (2005): *Manajemen Persediaan*, Edisi 1, Ekonisia, Yogyakarta.

PENYAJIAN GRUP DIHEDRAL TAK HINGGA DAN APLIKASINYA DALAM ALIASING SINYAL BERNILAI REAL

Edi Kurniadi

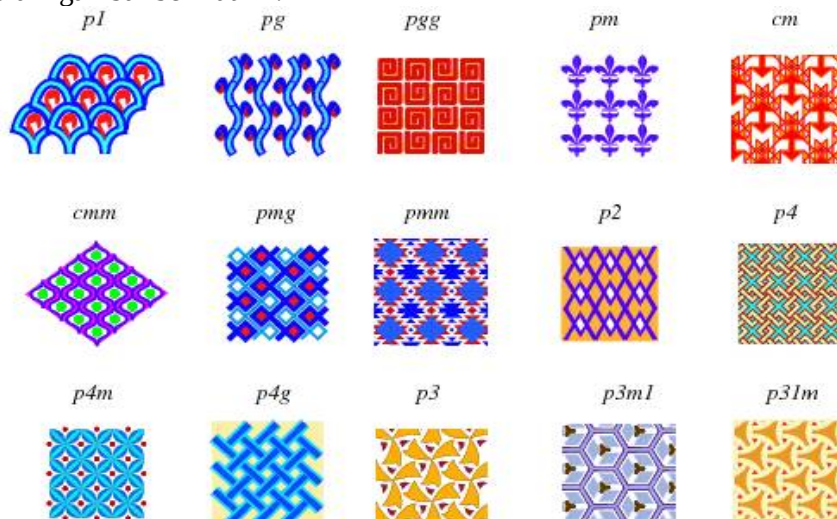
Program Studi Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran
edi.kurniadi@unpad.ac.id

Setiap Grup Dihedral dibangun oleh suatu rotasi dan refleksi. Jika suatu rotasi bukan kelipatan rasional dari rotasi penuh maka tidak ada bilangan bulat n . Hal ini mengakibatkan banyaknya unsur grup tersebut tak hingga dan disebut dengan Grup Dihedral Tak Hingga. Dalam makalah ini dibahas penyajian Grup Dihedral Tak Hingga dan diberikan juga penerapannya dalam masalah *aliasing* sinyal bernilai real.

Kata Kunci : Grup simetris, Grup dihedral tak hingga, *aliasing*

1. Pendahuluan

Grup Dihedral adalah Grup Simetri segi banyak beraturan yang memuat rotasi dan refleksi. Grup Dihedral Hingga D_n adalah sugrup dari S_n dan order dari D_n adalah $2n$. Grup ini memberikan peranan yang sangat penting dalam Teori Grup, Geometri, dan Kimia. Pola Grup Simetris dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 1. Pola Grup Simetri Pada Bidang

Dalam [Hitzer dan Ichikawa, 2008] telah dibahas penyajian Grup Simetri secara Geometri. Selain itu penyajian Grup Hingga juga telah dibahas oleh [Curtis dan Reiner, 1988].

Pada Umumnya, penelitian-penelitian tersebut hanya membahas tentang Grup Hingga dan aplikasinya seperti dalam masalah Kristalografik dan belum banyak membahas Grup Simeris Tak Hingga. Oleh karena itu, dalam makalah ini dibahas penyajian Grup Dihedral Tak Hingga dan aplikasinya dalam *aliasing* sinyal bernilai real.

2. METODELOGI PENELITIAN

Metodelogi penelitian yang digunakan di sini berupa kajian pustaka terhadap jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian ini yang diperoleh secara *online* dari internet.

3. PEMBAHASAN

Ada dua masalah yang menjadi fokus dalam makalah ini yaitu penyajian dari Grup Dihedral Tak Hingga dan aplikasinya dalam masalah *aliasing* sinyal bernilai real.

3.1 PENYAJIAN GRUP DIHEDRAL TAK HINGGA

Grup Dihedral Tak Hingga adalah Grup Tak Hingga yang sifat-sifatnya analog dengan Grup Dihedral Hingga. Beberapa sifat tersebut adalah

Teorema 1.[Wahyudin, 2000] Grup Dihedral D_n adalah subgrup dari S_n dan order dari D_n adalah $2n$.

Sifat ke dua ini sangat penting dalam pemahaman terhadap Grup Dihedral Tak Hingga.

Teorema 2.[Wahyudin, 2000] Grup Dihedral D_n dengan $n \geq 3$ memuat semua produk dari dua buah elemen r (rotasi) dan s (refleksi) yang memenuhi $r^n = e$, $s^2 = e$ dan $srs = r^{-1}$.

Bukti :

Simetri yang mungkin dari sebuah segi – n beraturan adalah refleksi s dan rotasi r . Pada sebuah segi – n beraturan terdapat n buah rotasi yaitu

$$0^\circ, \frac{360^\circ}{n}, 2 \cdot \frac{360^\circ}{n}, 3 \cdot \frac{360^\circ}{n}, \dots, (n-1) \frac{360^\circ}{n}$$

Rotasi $r = \frac{360^\circ}{n}$ membangun semua rotasi yang mungkin untuk segi – n beraturan. Sehingga kita peroleh bahwa $r^n = e$. Selanjutnya misalkan ada n buah refleksi yang mungkin. Katakan refleksi tersebut $s_1, s_2, \dots, s_n$ dengan s_k adalah refleksi yang sumbu simetrinya melalui titik sudut k . Dalam kasus n genap maka dua titik sudut yang dilalui sumbu simetri tetap demikian juga jika n ganjil maka sumbu simetri melalui satu titik sudut dan titik sudut tersebut akan tetap. Jadi kita peroleh bahwa untuk sembarang refleksi s berlaku $s^2 = e$. Selanjutnya dapat dilihat bahwa r dan s keduanya membangun D_n . ■

Grup Dihedral Tak Hingga dinotasikan oleh D_∞ dan didefinisikan oleh

$$D_\infty := \langle r, s \mid s^2 = e, srs = r^{-1} \rangle \quad (1)$$

Dengan e menotasikan elemen identitas. Secara ekuivalen, grup dihedral tak hingga ini merupakan perluasan grup dihedral yang berkorespondensi dengan grup bilangan bulat.

Dalam makalah ini dibahas penyajian Grup Dihedral D_∞ atas lapangan k yang karakteristiknya tidak sama dengan 2. Penyajian yang lebih detail dapat dilihat di [Dokovic, 1986].

Penyajian Grup Dihedral Tak Hingga D_∞ dalam $GL_2(k)$ yang telah diteliti oleh [J. Augade, J., Broto, C. & Saumell, L, 2013] adalah sebagai berikut :

1. Ambil $\alpha \in k^*$ dengan $\alpha \neq \pm 1$, penyajian dari ρ_α diberikan oleh

$$\rho_\alpha(r_2 r_1) = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \alpha^{-1} \end{pmatrix}$$

$$\rho_\alpha(r_1) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Dengan $\rho_\alpha \sim \rho_{\alpha^{-1}}$.

2. Sekarang ambil $\beta \in k$ sedemikian sehingga $\beta^2 - 1$ tidak sama dengan nol atau bukan kuadrat. Maka penyajian dari τ_β

$$\tau_\beta(r_2 r_1) = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 0 & 2\beta \end{pmatrix}$$

$$\tau_\beta(r_1) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

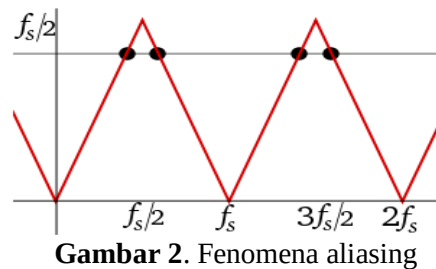
Selanjutnya k lapangan fraksional dari R yaitu k lapangan bilangan rasional $\mathbb{Q}$ atau lapangan p -adik $\mathbb{Q}_p$. Semua penyajian tak tereduksinya adalah $\text{Rep}_{1,1}$. Jadi himpunan semua penyajian tak tereduksi dari D_∞ adalah $GL_2(k)$ dengan k fungsi bernilai $\Gamma = \Gamma_{1,1}$. Hasil tersebut dinyatakan dalam proposisi berikut.

Proposisi 1. [J. Augade, J., Broto, C. & Saumell, L, 2013] Γ adalah korespondensi satu-satu antara himpunan semua penyajian tak tereduksi antara D_∞ dalam $GL_2(k)$ dan k .

3.2 PENERAPAN GRUP DIHEDRAL HINGGA PADA ALIASING SINYAL BERNILAI REAL

Contoh nyata dari Grup Dihedral Tak Hingga adalah *aliasing* sinyal bernilai real [Wikipedia, 2013]. Dalam pemrosesan sinyal dan disiplin terkait, *aliasing* mengacu pada sebuah efek yang menyebabkan sinyal yang berbeda menjadi tidak dapat dibedakan (atau alias satu sama lain) ketika *sampled*. Hal ini juga mengacu pada distorsi yang terjadi ketika sinyal direkonstruksi dari *sample* berbeda dari sinyal kontinu asli. *Aliasing* dapat terjadi dalam sinyal *sample* pada waktunya, misalnya audio digital, dan disebut sebagai *aliasing* temporal. *Aliasing* juga bisa terjadi pada sinyal spasial *sample*, misalnya gambar digital. *Aliasing* dalam sinyal spasial *sample* disebut *aliasing* spasial.

Perhatikan gambar berikut



Gambar 2. Fenomena aliasing

Ketika secara berkala *sampling* sinyal, frekuensi terdeteksi dalam dihedral simetri, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Dalam Gambar 2 tersebut frekuensi terdeteksi dengan menggunakan kelas kesetaraan pada domain mendasar $[0, 0.5f_s]$. Garis-garis horizontal menunjukkan fenomena *aliasing* satu dengan yang lainnya. Fenomena ini melewati $0.4f_s$, $0.6f_s$, $1.4f_s$ dan $1.6f_s$.

Secara formal pembagian atas aliasing ini adalah suatu orbifold $[0, 0.5f_s]$ dengan suatu aksi $\mathbb{Z}/2$ pada titik ujung atau titik orbifold yang berkorespondensi dengan refleksi.

4. KESIMPULAN

Dalam makalah ini telah dibahas penyajian Grup Dihedral Tak Hingga dalam D_∞ atas lapangan k yang karakteristiknya tidak sama dengan 2. Diperoleh dua cara penyajian Grup Dihedral Tak Hingga D_∞ dalam $GL_2(k)$ sebagai berikut :

1. Ambil $\alpha \in k^*$ dengan $\alpha \neq \pm 1$, penyajian dari ρ_α diberikan oleh

$$\rho_\alpha(r_2 r_1) = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \alpha^{-1} \end{pmatrix}$$

$$\rho_\alpha(r_1) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Dengan $\rho_\alpha \sim \rho_{\alpha^{-1}}$.

2. Sekarang ambil $\beta \in k$ sedemikian sehingga $\beta^2 - 1$ tidak sama dengan nol atau bukan kuadrat. Maka penyajian dari τ_β

$$\tau_\beta(r_2 r_1) = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 0 & 2\beta \end{pmatrix}$$

$$\tau_\beta(r_1) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Masalah kedua juga tentang penerapan Grup Dihedral Tak Hingga telah diterapkan dalam *aliasing* sinyal bernilai real. Dalam aplikasi tersebut digunakan keisomorfikan D_∞ dengan $\mathbb{Z}/2 * \mathbb{Z}/2$.

DAFTAR PUSTAKA

1. J. Augade, J., Broto, C. & Saumell, L.(..) *Integral representations of infinite dihedral groups*. [Online]. Tersedia: <http://math.uab.es/~aguade/articles/Ref.pdf> [19 Agustus 2013]
2. C.W. Curtis, Reiner, *Representation theory of finite groups and associative algebra*, Wiley Classic Library, Wiley, New York, 1988
3. D.Ž. Doković, *Pairs of Involutions in the General Linear Group*. J. Algebra 100 (1986), 214–223.
4. Hitzer, Ichikawa, *Representation of crystallographic subperiodic groups by geometry algebra*, Electronic Proc. Of AGACSE 3, Leipzig, Germany, 2008
5. Wahyudin, *Pengantar Aljabar Abstrak*, Delta Bawean, 2000
6. Wikipedia.(...). *Infinite Dihedral Group*. [Online]. Tersedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Infinite_dihedral_Group [19 Agustus 2013]

APLIKASI TEOREMA CAYLEY- HAMILTON DALAM MENENTUKAN INVERS MATRIKS BUJURSANGKAR

Euis Hartini

Jurusan Matematika, FMIPA Unpad
euis_hartini@yahoo.co.id

ABSTRAK

Untuk menentukan invers A suatu matriks bujursangkar berordo n melalui persamaan karakteristik matriks A , diperoleh bentuk polinomial p dalam variabel λ . Hal ini dapat dibentuk metode sederhana yaitu polinomial persamaan karakteristik p dalam variabel A , ini merupakan Teorema Cayley-Hamilton.

Kata Kunci: Matriks Bujursangkar, Persamaan Karakteristik, Polinomial, dan Teorema Cayley- Hamilton.

1 Pendahuluan

Jika A dan B matriks bujur sangkar berordo $n \times n$ sedemikian sehingga $AB = BA = I$, B disebut invers dari A , ditulis $B = A^{-1}$ dan A disebut invers B . Jika matriks B tidak dapat didefinisikan maka A sebagai matriks singular, ditulis $A = B^{-1}$.

Matriks bujur sangkar A $n \times n$ mempunyai suatu invers jika dan hanya jika A matriks nonsingular ($\text{rank } A = n, |A| \neq 0$) (invers tersebut unik)

Invers matriks diagonal nonsingular $\text{diag}(k_1, k_2, \dots, k_n)$ adalah matriks diagonal $\text{diag}(1/k_1, 1/k_2, \dots, 1/k_n)$

Untuk menentukan invers matriks bujur sangkar berordo n , dapat dilakukan dengan metode-metode antara lain :

Teorema 1. Jika A sebuah matriks dapat dibalik maka $A^{-1} = \frac{1}{\det A} \text{adj } (A)$.

Teorema 2. Jika A sebuah matriks yang dapat dibalik maka

- (1) A^{-1} dapat dibalik dan $(A^{-1})^{-1} = A$
- (2) A^n dapat dibalik dan $(A^n)^{-1} = (A^{-1})^n$ untuk $n = 0, 1, 2, \dots$
- (3) Untuk skalar tak nol k sebarang, matriks kA dapat dibalik dan $(kA)^{-1} = \frac{1}{k} A^{-1}$.

Metode 3. Metode mereduksi A menjadi matriks identitas I melalui operasi-operasi baris dan secara simultan melakukan operasi yang sama terhadap I untuk memperoleh A^{-1} , dengan kata lain $[A|I] = [I|A^{-1}]$.

Apabila diperhatikan Teorema 1 maka untuk menentukan invers matriks A harus dicari terlebih dahulu determinan A dan adjoint dari A dengan melalui ekspansi kofaktor sepanjang kolom-baris dari A , hal ini memerlukan waktu begitu juga dengan penggunaan Metode 3. Untuk mempersingkat waktu atau lebih sederhana dalam penyelesaiannya hal tersebut menggunakan Teorema Cayley-Hamilton.

3 Penggunaan Teorema Cayley-Hamilton

Teorema 4. Teorema Cayley-Hamilton. Jika $p(\lambda) = \lambda^n + p_1\lambda^{n-1} + \dots + p_n$ adalah polinomial karakteristik dari A matriks bujur sangkar berordo n maka $p(A) = 0$.

Jika $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ matriks bujursangkar berordo n maka persamaan karakteristiknya adalah $|A - \lambda I| = 0$ maka diperoleh : $\lambda^n + p_1\lambda^{n-1} + p_2\lambda^{n-2} + \dots + p_n = 0$, dan polinomial karakteristik $p(\lambda) = \lambda^n + p_1\lambda^{n-1} + \dots + p_n$

menurut Teorema Cayley-Hamilton berlaku $A^n + p_1A^{n-1} + p_2A^{n-2} + \dots + p_nI = 0$ dengan I matriks identitas berordo n .

Invers matriks bujursangkar A dengan menggunakan Teorema Cayley-Hamilton yaitu $A^n + p_1A^{n-1} + p_2A^{n-2} + \dots + p_nI = 0$.

Selanjutnya kedua ruas dikalikan dengan A^{-1}

didapat $A^{-1}(A^n + p_1A^{n-1} + \dots + p_nI) = A^{-1} \cdot 0$

atau $A^{n-1} + p_1A^{n-2} + \dots + p_{n-1}I + A^{-1} \cdot p_n = 0$

maka $A^{-1} = -\frac{1}{p_n}(A^{n-1} + p_1A^{n-2} + \dots + p_{n-1}I)$

merupakan invers matriks bujursangkar A .

Ilustrasi 5.

$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$, maka persamaan karakteristik A , yaitu $|A - \lambda I| = 0$.

$$|A - \lambda I| = \begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$(a_{11} - \lambda)(a_{22} - \lambda)(a_{33} - \lambda) + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - (a_{13}(a_{22} - \lambda)a_{31}) - (a_{11} - \lambda)a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}(a_{33} - \lambda) = 0$$

$$(a_{11} - \lambda)(a_{22}a_{33} - (a_{22} + a_{33})\lambda + \lambda^2) + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - (a_{13}a_{22}a_{31}) + a_{13}a_{31}\lambda - a_{11}a_{23}a_{32} + a_{23}a_{32}\lambda - a_{12}a_{21}a_{33} + a_{12}a_{21}\lambda = 0$$

$$a_{11}a_{22}a_{33}((a_{11}a_{22}) + a_{11}a_{33})\lambda + a_{11}\lambda^2 - a_{22}a_{33}\lambda + (a_{22} + a_{33})\lambda^2 - \lambda^3 + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{12}a_{21}a_{33} = 0$$

$$a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{11}a_{23}a_{32} + (a_{11} + a_{22} + a_{33})\lambda^2 - (a_{11}a_{22} + a_{11}a_{33} + a_{22}a_{33})\lambda - \lambda^3 = 0$$

$$\lambda^3 - (a_{11} + a_{22} + a_{33})\lambda^2 + (a_{11}a_{22} + a_{11}a_{33} + a_{22}a_{33})\lambda - a_{11}a_{22}a_{33} - a_{12}a_{23}a_{31} - a_{13}a_{21}a_{32} + a_{13}a_{22}a_{31} + a_{11}a_{23}a_{32} + a_{21}a_{21}a_{33}$$

$$\text{Jadi } p_1 = -(a_{11} + a_{22} + a_{33})$$

$$p_2 = a_{11}a_{22} + a_{11}a_{33} + a_{22}a_{33}$$

$$p_3 = a_{11}a_{22}a_{33} - a_{12}a_{23}a_{31} - a_{13}a_{21}a_{32} + a_{13}a_{22}a_{31} + a_{11}a_{23}a_{32} + a_{21}a_{21}a_{33}$$

Dengan demikian diperoleh :

$$A^{-1} = -\frac{1}{p_3}(A^2 + p_1A + p_2I)$$

Contoh 6.

$A = \begin{bmatrix} 3 & 2 & -1 \\ 1 & 6 & 3 \\ 2 & -4 & 0 \end{bmatrix}$ untuk menentukan invers A melalui ilustrasi 5 sebagai berikut :

$$\text{Jadi } p_1 = -(a_{11} + a_{22} + a_{33}) = -(3 + 6 + 0) = -9$$

$$p_2 = a_{11}a_{22} + a_{11}a_{33} + a_{22}a_{33} - a_{13}a_{31} - a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21} = 18 + 0 + 0 + 2 + 12 - 2 = 30$$

$$p_3 = a_{11}a_{22}a_{33} - a_{12}a_{23}a_{31} - a_{13}a_{21}a_{32} + a_{13}a_{22}a_{31} + a_{11}a_{23}a_{32} + a_{21}a_{21}a_{33} = 0 + 12 + 4 + 12 + 36 = 64$$

$$\text{Maka } A^{-1} = \frac{1}{64}(A^2 + (-9)A + 30I).$$

Selanjutnya dengan menggunakan Teorema 4 untuk menentukan invers A di atas yaitu diperoleh persamaan karakteristik dari A adalah

$$\begin{aligned}
 |\lambda I - A| &= 0 \\
 \begin{vmatrix} \lambda - 3 & -2 & -1 \\ -1 & \lambda - 6 & -3 \\ -2 & 4 & \lambda \end{vmatrix} &= (\lambda - 3)(\lambda - 6)(\lambda) + (-2)(-3)(-2) \\
 &\quad + (1)(-1)(4) - (1)(\lambda - 6)(-2) - (\lambda - 3)(-3)(4) - 2(-1)\lambda \\
 &= (\lambda - 3)(\lambda - 6)(\lambda) - 12 - 4 + 2(\lambda - 6) + 12(\lambda - 3) - 2\lambda \\
 &= (\lambda - 3)(\lambda - 6)(\lambda) - 16 + 2\lambda - 12\lambda + 12\lambda - 36 - 2\lambda \\
 &= (\lambda - 3)(\lambda - 6)(\lambda) + 12\lambda - 64 \\
 &= (\lambda^2 - 9\lambda + 18)(\lambda) + 12\lambda - 64 \\
 &= \lambda^3 - 9\lambda^2 + 18\lambda + 12\lambda - 64 \\
 &= \lambda^3 - 9\lambda^2 + 30\lambda - 64 = 0
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh polynomial karakteristik dari matriks λ yaitu $p(\lambda) = \lambda^3 - 9\lambda^2 + 30\lambda - 64$ sedemikian sehingga $p(A) = 0$ yaitu $A^3 - 9A^2 + 30A - 64I = 0$.

Jadi $A^{-1} = -\frac{1}{-64}(A^2 - 9A + 30I) = \frac{1}{64}(A^2 - 9A + 30I)$ dengan demikian didapat $\det A = 64$

$$\text{dan } \text{adj } A = A^2 - 9A + 30I = \begin{bmatrix} 12 & 4 & 12 \\ 6 & 2 & -10 \\ -16 & 16 & 16 \end{bmatrix}.$$

Untuk menentukan matriks bujur sangkar berordo n , $n > 2$ dapat dihitung perpangkatan matriksnya dengan bahasa pemrograman terstruktur yaitu pemrograman Turbo Pascal atau Fortran .

4 Kesimpulan

Dalam menentukan invers A matriks bujursangkar berordo n menggunakan Teorema Cayley-Hamilton diperoleh dari bentuk polinomial karakteristik p dalam variabel λ maka berlaku persamaan karakteristik p dalam variabel A . Hal ini invers matriks tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk sederhana, yaitu

$$A^{-1} = -\frac{1}{p_n} [A^{n-1} + p_1 A^{n-2} + \dots + p_{n-1} I]$$

5 Referensi/Daftar Pustaka

- Ayres Jr.Ph.d, Frank. (1994).Matriks, terj. I Nyoman Susila. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Baral, Kamalmani. (2011). Mysteries of Eigenvalues, Eigenvectors & their Applications in the Diagonalization of a Matrix & in the Cayley-Hamilton Theorem to Find the Matrix Inverse. Journal of the Institute Engineering, 8, 237-242. Diakses 17 Juni 2013 dari Nepal Journals OnLine (NepJOL) : <http://nepjol.info/index.php/JIE/article/view/5116>.
- Baretti Machin, Reinaldo. *Applications of the Cayley-Hamilton theorem*. Diakses 23 Agustus 2013. Dari : <http://www1.uprh.edu/rbaretti/CyleyHamiltonTheor6nov2009.htm>
- Rorres, Anton. (2004). Aljabar Linear Elementer, terj. Refina Indriasari,S.T., M.Sc. Jakarta: Penerbit Erlangga.

MATEMATIKA PENDIDIKAN

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2013**

Program Studi Pendidikan Matematika
Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan
(STKIP) Siliwangi Bandung

PENILAIAN DAN PERMASALAHANNYA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Prof. H. E. T. Ruseffendi, Ph.D

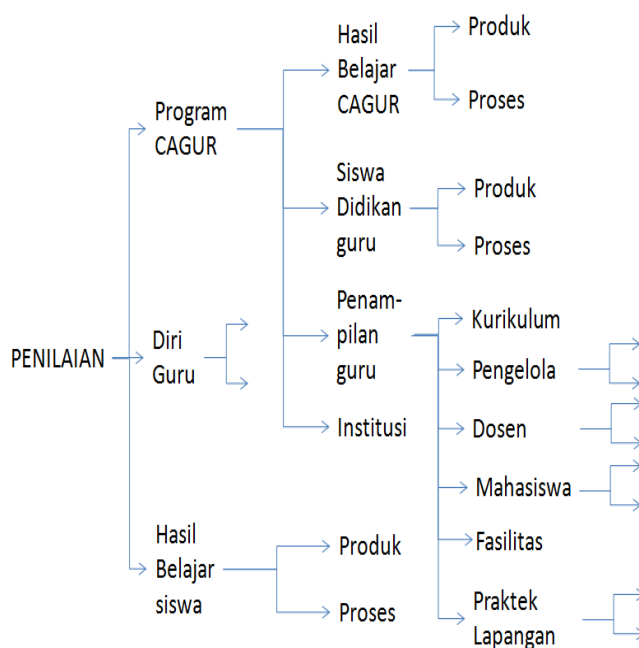
Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
ruseffendi@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan tes objektif dan tes uraian untuk UAN, UMPTN, atau yang serupa sering dilematis. Bila digunakan tes uraian masalah yang timbul adalah pemeriksaannya lama, harus ada kriteria penskoran, dan harus banyak ahlinya yang dilibatkan sebagai pemeriksa. Dilain pihak bila tes objektif yang digunakan, permasalahan yang telah disebutkan akan teratasi tetapi akan timbul masalah baru yaitu kemampuan kreatif, nalar, pemecahan masalah, dan yang serupa tidak akan terdeteksi, dan kesempatan tebak-tebakan akan timbul. Menurut saya, rasanya akan lebih efektif dan efisien bila digunakan tes objektif, sebab kreatifitas dan sebagainya dapat ditumbuhsururkan pada saat pembelajaran dan faktor terka-menerkanya bisa ditekan menjadi sekecil mungkin melalui soal yang baik, opsi yang cukup, dan jumlah soal yang banyak.

Penilaian suatu pembelajaran bidang studi seperti pembelajaran matematika tidak boleh lepas dari tujuan pendidikan nasional; seperti kita ketahui, selain untuk membentuk manusia yang cerdas, sehat jasmani dan rohani, dan sebagainya, tujuan pendidikan nasional kita itu untuk membentuk manusia yang bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Sehingga bila hasil suatu pembelajaran di kita itu sama dengan di Amerika Serikat, Inggris, Perancis, dan terutama Rusia, maka pembelajaran kita dan pendidikan di kita pada umumnya itu gagal.

Sebelum mulai dengan penilaian pembelajaran matematika, mari kita lihat penilaian pada umumnya yang bisa dan perlu kita lakukan. Pada bagan di bawah ini tampak bahwa penilaian yang perlu kita lakukan itu, pertama penilaian program Calon Guru (CAGUR) (karena yang akan dibahas itu pembelajaran), penilaian diri (sendiri) guru, dan ketiga penilaian hasil belajar siswa. Yang pada umumnya penilaian itu dapat melalui hasil dan dapat melalui prosesnya.



Untuk menjelaskan yang pertama, ambil contoh program CAGUR matematika STKIP Siliwangi Bandung. Apakah programnya itu sudah baik? Jawabnya bisa : lihat saja hasil belajar mahasiswanya, lihat saja hasil belajar siswa yang telah diajar oleh guru-guru tamatan STKIP Siliwangi Bandung, lihat saja penampilan guru tamatannya yang sedang tampil mengajar, dan keempat melihat institusinya. Dan tentu saja untuk memperoleh hasil yang lebih objektif, dalam keempat macam kegiatan penilaian itu tidak cukup hanya melalui penglihatan sepintas tetapi harus melalui penilaian yang seksama.

Mengenai apa yang disebut penilaian institusi di atas, jenis penilaian itu serupa dengan apa yang disebut akreditasi yang sejak sekitar sepuluh tahun yang lalu sudah dilakukan. Selain yang telah, sedang, dan akan petugas pemerintah lakukan, penilaian institusi itu bisa juga dilakukan oleh diri sendiri/lembaganya. Bila pemerintah belum membuatnya, lembaga yang bersangkutan dapat membuat instrumen institusi. Tentu saja, untuk kepentingan itu kita harus mengacu kepada patokan yang dibuat oleh pemerintah agar bila lembaga itu berhasil/selesai melakukannya, hasilnya akan serupa dengan hasil yang penilaiannya dilakukan oleh petugas pemerintah. Penulis telah mencoba membuatnya untuk Pendidikan Matematika di LPTK dan sudah ada yang menerapkannya; katanya banyak membantu. Dalam pengembangan instrumen institusi itu harus ada kolom-kolom: Peran dan komponennya, Indikator, Tolak Ukur, Cara, Sumber, dan Nilai. (Ruseffendi, 1991, h.321-340)

Penilaian diri maksudnya penilaian yang dilakukan oleh dirinya sendiri. Dengan istilah lain ngaca. Seperti bila kita sedang ngaca kita melihat diri sendiri apakah pakaiannya sudah rapih, apa kancingnya sudah terpasang dengan pas, (untuk wanita) apakah pupurnya sudah rata, dll. Begitu pula kita sebagai guru perlu menilai diri sendiri : pengetahuan, penampilan, keterampilan, berpakaian, tingkah laku, dan lain-lain, dari kita.

Yang terakhir adalah pembicaraan inti yang akan dibahas dalam makalah ini yaitu penilaian pembelajaran matematika. Yang perlu dinilai, seperti sudah disampaikan adalah hasil akhirnya (goalnya) harus bisa membantu mewujudkan manusia-manusia yang bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Tentu saja karena bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa itu bukan ranah pendidikan matematika, maka pendidikan matematika yang mengarah kepada terwujudnya tujuan nasional itu adalah dalam kegiatan pembelajarannya atau contoh-contohnya harus memasukkan masalah keagamaan.

Dalam melakukan penilaian terhadap pembelajaran suatu bidang studi termasuk pembelajaran matematika dapat dilakukan dengan tes dan nontes. Yang akan dibahas di sini hanya tes dan permasalahannya. Seperti kita ketahui bentuk tes itu ada uraian dan ada objektif. Bentuk objektif sendiri terdiri dari BS (Benar Salah), BSK (Benar Salah dengan Koreksian), PB (Pilihan Banyak), IS (Isian Singkat), dan M (Memasangkan atau Menjodohkan). Dan dari bentuk tes objektif dalam menilai hasil belajar siswa dalam matematika, pada umumnya adalah PB. Sebab tipe atau jenis itu selain dapat dipakai untuk menilai hasil belajar ranah kognitif untuk berbagai aspek (menurut Taksonomi Bloom: ingatan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi) juga karena faktor terka menerka relatif kecil.

Mana dari kedua bentuk tes uraian dan objektif itu yang baik untuk dipakai, jawabannya tergantung dari jenis penilaiannya. Bila jenis penilaiannya mengandung unsur evaluasi tentunya dengan uraian seperti tes formatif. Tetapi bila jenis penilaiannya bertujuan untuk melihat hasil akhir seperti UAS, akan lebih efektif dan efisien bila digunakan tes objektif. Untuk UAN atau tes masuk Perguruan Tinggi akan sangat tidak menguntungkan bila kita menggunakan tes uraian dilihat dari segi waktu dan keobjektifan dalam penilaian. Ujian seperti dalam ujian-ujian itu kita harus mempunyai ahli-ahli bagi pemeriksa, kita harus merumuskan kriteria penskoran, dan waktu untuk memeriksanya pun cukup lama.

Bila dalam UAN dan sebagainya kita menerapkan Tes jenis PB, bagaimana faktor terka-menerka yang akan timbul dan bagaimana kemampuan prosesnya yang tidak bisa dinilai?

Menurut saya tidak masalah, sebab proses berpikirnya telah kita kembangkan sewaktu mereka memperoleh pembelajaran atau perkuliahan dan juga pada waktu tes formatif. Sedangkan faktor terka-menerka besarnya dapat diperkecil melalui butiran-butiran soal yang baik, pola penempatan

kunci jawaban, banyaknya opsi, dan banyaknya butiran soal. Walaupun memang, faktor terka menerka itu tetap ada, tidak bisa dielakan.

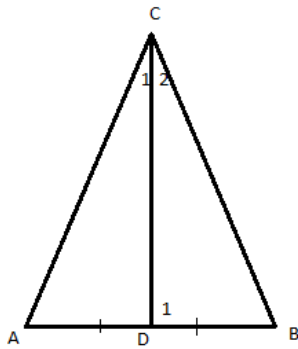
Selain itu, agar model PB-nya bervariasi dan soal-soal yang ditanyakan itu bisa tidak soal rutin, kita dapat membuat pertanyaan seperti pertanyaan berikut. (Ruseffendi, 1991, h.341-359).

Petunjuk :

Pertanyaan berikut berbentuk Pilihan Banyak. Pilihlah jawabannya dengan membulati huruf A, B, C atau D dari jawaban yang benar di Lembar jawaban. Alasan untuk memilih huruf dari jawaban yang benar itu adalah :

1. Pilih A bila yang ada di kolom kiri lebih besar
2. Pilih B bila yang ada di kolom kanan lebih besar
3. Pilih C bila yang ada di kolom kiri dan kanan sama besar
4. Pilih D bila informasinya tidak cukup untuk memberi jawaban

Soal (No. X misalnya) Di bawah ini adalah segitiga ABC. $AD=DB$. Isilah titik-titik dengan A, B, C, atau D di lembar jawaban sehingga menjadi pernyataan yang benar!



Kolom Kiri

Kolom Kanan

- A. $\angle C_1$ $\angle C_2$
 B. Luas ΔADC Luas ΔDBC
 C. $\angle D_1$ $\angle A$
 D. AB CD

Itu merupakan contoh dari perbandingan kuantitatif. Bisa juga mengenai kuantitatif Diskret. Interpretasi Data, Penalaran Analitik, dan Penalaran Logik. (Ruseffendi, 1991, h.346-354). Kembali kepada permasalahan yang tidak bisa dihindarkan tetapi dapat diperkecil, yaitu masalah adanya faktor terka-menerka pada tes objektif. Seperti sudah disampaikan besarnya faktor terka-menerka itu karena soalnya tidak baik (misalnya karena jawabannya terlalu jelas atau terlalu sukar), opsinya terlalu sedikit, dan banyaknya soal kurang banyak. Berikut ini akan diuraikan mengenai dapat mengecilnya faktor terka-menerka disebabkan karena banyak opsinya membanyak dan banyak soalnya bertambah. Perhatikan kedua bagan berikut. (Ruseffendi, 1979, h.478).

I.	Banyak Soal dengan Tipe Benar-Salah	Kemungkinan Memperoleh Paling Sedikit 70% Benar dengan Peluang Saja
	10 25 50 100 200	1 dari 6 1 dari 50 1 dari 350 1 dari 10.000 Kurang dari 1 dalam 1.000.000
II.	Banyak Soal dengan 4 Opsi	Kemungkinan Memperoleh Paling Sedikit 70% Benar dengan Peluang Saja
	10 25	1 dalam 1.000 Kurang dari 1 dalam 1.000.000

Dari kedua bagan di atas nampak bahwa makin besar banyaknya soal makin kecil besarnya peluang untuk memperoleh nilai benar melalui terka-menerka saja. Dan dari kedua diagram itu juga nampak bahwa pada tipe soal yang opsinya lebih banyak, peluang untuk memperoleh jawaban benar melalui terka-menerka saja itu makin kecil, seperti nampak untuk 25 soal PB dengan opsi 4 senilai dengan untuk 200 soal BS (opsi 2), peluangnya adalah kurang dari 1.000.000

Dengan singkat ialah mengubah bentuk soal dari objektif ke uraian untuk ujian-ujian seperti bagi UAN dan UMPTN tidak bijaksana. Bila kita merisaukan mengenai akan menumpulnya faktor kreatif siswa, kita bisa berbuat antisipasi yaitu tes-tes harian supaya dengan tes uraian dan tidak melupakan dalam pembelajaran.

Sumber :

Ruseffendi, E. T. (1979). Dasar-Dasar Matematika Modern dan Komputer untuk Guru. Bandung : IKIP Bandung.

Ruseffendi, E. T. (1991). Penilaian Pendidikan dan Hasil Belajar Siswa Khususnya dalam Pengajaran Matematika untuk Guru dan Calon Guru. Bandung: Diktat Kuliah.

BUDAYA MENELITI DI KALANGAN PARA GURU MATEMATIKA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS PEMBELAJARAN

Euis Eti Rohaeti

STKIP Siliwangi Bandung
e2rht@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang produktivitas dan kualitas penelitian para guru Matematika serta kesulitan-kesulitan yang dialaminya. Penelitian dilakukan terhadap 64 guru sekolah menengah dari beberapa kabupaten di Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas dan kualitas penelitian para guru masih rendah serta kesulitan para guru dalam melakukan penelitian umumnya berasal dari diri individu guru itu sendiri. Untuk itu direkomendasikan untuk dilakukan berbagai kegiatan yang meningkatkan wawasan dan mengubah *mindset* para guru terhadap penelitian dan untuk memotivasinya melakukan penelitian yang berkualitas yang dilakukan secara rutin dan berkesinambungan.

Kata Kunci: *Penelitian, Guru, Produktivitas, Kualitas, Kesulitan*

1. Pendahuluan

Era globalisasi merupakan sebuah keniscayaan yang menuntut setiap individu untuk mempunyai kemampuan bersaing agar tidak tergilas dan tertinggal oleh derasnya arus perubahan yang terjadi. Untuk itu pendidikan memiliki peranan yang sangat penting guna menyiapkan generasi muda bangsa yang cerdas dan memiliki daya saing tinggi. Guru sebagai ujung tombak pendidikan dan yang berhadapan langsung dengan peserta didik mengemban tugas dan memiliki peran yang signifikan untuk melakukan perubahan sehingga tercipta pembelajaran yang berkualitas dan tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Untuk memenuhi tugas tersebut, guru harus senantiasa terus mengupayakan langkah strategis untuk meningkatkan mutu pendidikan dan menunjukkan kompetensi profesional yang dimilikinya. Menurut Sumarsono (2004), seorang guru profesional harus memenuhi sejumlah syarat yang salah satu diantaranya adalah mampu menjadi guru-peneliti (*teacher-researcher*).

Penelitian yang dilakukan oleh seorang guru bermanfaat untuk membantu memperbaiki mutu pembelajaran, meningkatkan profesionalitas guru, meningkatkan rasa percaya diri guru, memungkinkan guru secara aktif mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya (Wijaya, 2012:3). Penelitian yang dilakukan guru ini menjadi terasa lebih penting karena di dalam kurikulum 2013 yang baru saja diberlakukan seorang guru harus melakukan pembelajaran inovatif yang mendorong siswanya untuk mengobservasi dan mengeksplorasi bahan ajar secara mandiri, menumbuhkan sikap ingin tahu dan mengupayakan peningkatan kemampuan meneliti siswa.

Selain untuk memenuhi tuntutan keprofesionalan, meneliti dan menuliskannya dalam bentuk karya ilmiah merupakan sebuah keharusan sebagai persyaratan akademis dan administrasi kepegawaian seorang guru untuk kenaikan pangkat dan jabatan. Undang-undang no.14 tahun 2005 tentang guru dan dosen menyebutkan bahwa guru profesional dibuktikan kemampuannya dalam menulis karya ilmiah yang menjadi syarat kenaikan pangkat dan jabatan. Peraturan Menteri (Permen) Pemberdayaan Aparatur Negara (PAN) dan Reformasi Birokrasi (RB) Nomor.16 Tahun 2009, tanggal 10 November 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kredit pasal 17 menjelaskan bahwa kenaikan pangkat guru mulai dari golongan ruang III b ke atas dipersyaratkan

mengajukan karya tulis ilmiah. Peraturan ini mulai berlaku tahun 2011 dan berlaku secara efektif mulai tanggal 1 Januari 2013.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa budaya membaca dan menulis di kalangan para guru masih sangat rendah (Kromosudiro, 2013). Kurangnya budaya membaca ini menyebabkan guru kurang dapat menulis dengan baik. Selain itu Juhrodin (2013) mengemukakan beberapa penyebab kesulitan para guru melakukan penelitian diantaranya (1) *Mindset* para guru yang beranggapan bahwa penelitian hanya sebuah pekerjaan yang sia-sia dan kurang bermanfaat serta hanya menghamburkan biaya; (2) Ketidaktahuan dan ketidakmampuan terhadap langkah-langkah untuk melakukan penelitian; (3) Malas dan menganggap penelitian sebagai pekerjaan yang melelahkan; (4) *Status quo* dimana para guru merasa berada dalam kondisi kemapanan sehingga beranggapan tidak perlu lagi melakukan penelitian; (5) Kurangnya motivasi atau dorongan baik secara internal dari dirinya maupun secara eksternal dari lingkungannya; (6) Masih menganggap penelitian sebagai pekerjaan yang sulit karena harus bergelut dengan pengolahan data, statistika, melakukan analisis dan menemukan teori-teori.

Berdasarkan semua uraian di atas penulis terdorong untuk melakukan penelitian untuk menelaah produktivitas dan kualitas para guru dalam melakukan penelitian, kesulitan-kesulitan yang dihadapi para guru dalam melakukan penelitian serta upaya yang harus dilakukan untuk memotivasi para guru melakukan penelitian.

2. Kajian Teoritis

2.1. Penelitian sebagai Kompetensi Profesional Guru

Guru profesional dituntut memiliki empat kompetensi, yaitu: kompetensi kepribadian, kompetensi pedagogik, kompetensi profesional, dan kompetensi sosial. Menurut Undang-undang No. 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, kompetensi profesional adalah kemampuan penguasaan materi pelajaran secara luas dan mendalam. Sejalan dengan itu Surya (2003:138) mengemukakan kompetensi profesional adalah berbagai kemampuan yang diperlukan agar dapat mewujudkan dirinya sebagai guru profesional. Dengan demikian kompetensi profesional merupakan penguasaan materi pembelajaran secara luas dan mendalam, yang mencakup penguasaan materi kurikulum mata pelajaran di sekolah dan substansi keilmuan yang menaungi materinya, serta penguasaan terhadap struktur dan metodologi keilmuannya. Setiap subkompetensi tersebut memiliki indikator esensial sebagai berikut:

- Menguasai substansi keilmuan yang terkait dengan bidang studi memiliki indikator esensial: memahami materi ajar yang ada dalam kurikulum sekolah; memahami struktur, konsep dan metode keilmuan yang menaungi atau koheren dengan materi ajar; memahami hubungan konsep antar mata pelajaran terkait; dan menerapkan konsep-konsep keilmuan dalam kehidupan sehari-hari.
- Menguasai struktur dan metode keilmuan memiliki indikator esensial menguasai langkah-langkah penelitian dan kajian kritis untuk memperdalam pengetahuan/materi

Depdiknas (2004:9) mengemukakan kompetensi profesional meliputi pengembangan profesi, pemahaman wawasan, dan penguasaan bahan kajian akademik. Pengembangan profesi meliputi (1) mengikuti informasi perkembangan iptek yang mendukung profesi melalui berbagai kegiatan ilmiah, (2) mengalihbahasakan buku pelajaran/karya ilmiah, (3) mengembangkan berbagai model pembelajaran, (4) menulis makalah, (5) menulis/menyusun diktat pelajaran, (6) menulis buku pelajaran, (7) menulis modul, (8) menulis karya ilmiah, (9) melakukan penelitian ilmiah (*action research*), (10) menemukan teknologi tepat guna, (11) membuat alat peraga/media, (12) menciptakan karya seni, (13) mengikuti pelatihan terakreditasi, (14) mengikuti pendidikan kualifikasi, dan (15) mengikuti kegiatan pengembangan kurikulum. Berdasarkan uraian di atas, kompetensi profesional guru tercermin dari indikator (1) kemampuan penguasaan materi pelajaran, (2) kemampuan penelitian dan penyusunan karya ilmiah, (3) kemampuan pengembangan profesi, dan (4) pemahaman terhadap wawasan dan landasan pendidikan.

2.1. Pentingnya Penelitian dalam Pembelajaran Matematika

Hudoyo (1988:3) menyatakan matematika berkenaan dengan ide-ide (gagasan-gagasan), struktur-struktur dan hubungan-hubungan yang diatur secara logik sehingga matematika itu berkaitan dengan konsep-konsep abstrak. Suatu kebenaran matematika dikembangkan berdasarkan atas alasan logik yang menggunakan pembuktian deduktif. Matematika memiliki peranan penting dalam berbagai aspek kehidupan. Banyak permasalahan dan kegiatan dalam hidup kita yang harus diselesaikan dengan menggunakan ilmu matematika seperti menghitung, mengukur, dan lain – lain. Matematika adalah ilmu universal yang mendasari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern, memajukan daya pikir serta analisa manusia. Peran matematika dewasa ini semakin penting, karena banyaknya informasi yang disampaikan orang dalam bahasa matematika.

Menyadari akan peran penting matematika dalam kehidupan, maka matematika selayaknya merupakan kebutuhan dan menjadi kegiatan yang menyenangkan. Sebagai mana tujuan pembelajaran matematika yaitu melatih siswa berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, mengembangkan aktifitas kreatif yang melibatkan imajinasi, penemuan, membuat prediksi dan dugaan serta mencoba – coba, mengembangkan kemampuan memecahkan masalah dan mengembangkan kemampuan mengkomunikasikan gagasan atau ide melalui tulisan, pembicaraan lisan, catatan, grafik, peta atau diagram. Oleh karena itu setiap siswa perlu memiliki penguasaan matematika yang merupakan penguasaan kecakapan matematika untuk dapat memahami dunia dan berhasil dalam kariernya.

Kenyataannya dalam pembelajaran matematika di sekolah banyak permasalahan yang timbul. Permasalahan tersebut diantaranya lemahnya kemampuan siswa dalam matematika. Menurut Wahyudin (1999 : 22), salah satu penyebab siswa lemah dalam matematika adalah kurang memiliki kemampuan untuk memahami (pemahaman) untuk mengenali konsep-konsep dasar matematika (aksiomatik, definisi, kaidah dan teorema) yang berkaitan dengan pokok bahasan yang sedang dibicarakan. Selain itu menurut Jennings dan Dunne (Suharta, 2001:4) pada umumnya siswa mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan matematika ke dalam situasi kehidupan sehari-hari, indikasinya adalah pada pembelajaran matematika selama ini, dunia nyata hanya dijadikan tempat mengaplikasikan konsep. Abdi (2004: 2) menyatakan bahwa sebagian besar siswa merasa sangat sulit untuk bisa secara cepat menyerap dan memahami tentang mata pelajaran matematika, tetapi sulitnya siswa memahami pelajaran matematika yang diajarkan itu diperkirakan berkaitan dengan cara mengajar guru di kelas yang tidak membuat siswa merasa senang dan simpatik terhadap matematika, pendekatan yang digunakan oleh guru matematika pada umumnya kurang bervariasi.

Guru matematika sebagai ujung tombak dalam pembelajaran matematika, merupakan orang yang paling memahami peta di kelasnya. Guru semestinya senantiasa mencari inovasi metode baru dalam usaha meningkatkan hasil belajar siswa dan untuk mewujudkan kompetensi profesionalnya yaitu dengan selalu mencari cara-cara strategis dan sistematis dalam proses pembelajarannya sehingga terciptalah situasi pembelajaran yang kondusif, menyenangkan dan berbobot. Untuk mengatasi masalah yang ada dan untuk menjawab tuntutan yang ada maka salah satunya dilakukan dengan melakukan penelitian. Dengan melakukan penelitian maka masalah-masalah aktual yang di hadapi oleh guru pada mata pelajaran yang diampunya dapat dicarikan solusinya. Melalui penelitian juga guru tersebut dapat melakukan tindakan-tindakan untuk memperbaiki atau meningkatkan praktek-praktek pembelajaran yang kurang berhasil agar menjadi lebih baik dan efektif.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang menggambarkan budaya meneliti di kalangan para guru matematika untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Untuk itu dipilih subjek penelitian yang terdiri dari 64 orang guru sekolah menengah dari berbagai kabupaten di Jawa Barat. Terhadap para guru tersebut dilakukan wawancara dan studi dokumenter untuk menelaah produktivitas dan kualitas penelitian yang telah dilakukan para guru dan sejauh mana kontribusinya terhadap pembelajaran matematika yang sehari-hari dilakukannya. Penulis juga melakukan wawancara untuk menelaah kesulitan-kesulitan para guru dalam melakukan penelitian.

4. Hasil Penelitian dan dan Pembahasan

Dari hasil wawancara dan studi dokumenter yang dilakukan terhadap para guru diperoleh data untuk produktivitas penelitian para guru sebagai berikut:

Tabel 1. Produktivitas Penelitian Para Guru

Produktivitas Penelitian	Jumlah guru
Rata-rata 1 penelitian satu semester	0
Rata-rata 1 penelitian satu tahun	5
Rata-rata 1 penelitian dalam dua tahun	11
Rata-rata 1 penelitian dalam tiga tahun	31
Rata-rata 1 penelitian dalam 4 tahun	13
Rata-rata 1 penelitian dalam 5 tahun	1
Belum pernah meneliti selama jadi guru	3
Jumlah	64

Dari Tabel 1 di atas terlihat bahwa produktivitas penelitian para guru masih rendah. Hal ini terlihat bahwa sesuai dengan kelayakan penelitian yang harus dilakukan para pendidik 1 penelitian dalam satu semester tidak ada. Bahkan yang satu tahun 1 penelitian pun hanya 5 orang. Yang lainnya kebanyakan 1 penelitian dalam 3 atau 4 tahun, itupun ternyata hanya untuk keperluan penyelesaian studi, persyaratan sertifikasi guru dan beberapa diantaranya untuk keperluan kenaikan pangkat. Sedangkan yang sengaja dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelasnya hanya 1 orang. Kesibukan administratif sebagai walikelas atau tenaga struktural seperti wakasek, ditugaskan di instansi lain menjadi alasan para guru kesulitan membagi waktu untuk melakukan penelitian secara kontinyu dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Juhrodi (2013) bahwa *mindset*, ketidakmampuan, *status quodan* motivasi para guru yang kurang menjadi penyebab kesulitan para guru dalam melakukan penelitian.

Sedangkan untuk kualitas penelitian yang dihasilkan para guru ditinjau dari beberapa aspek yang ada adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kualitas Penelitian Para Guru

Aspek yang dinilai	Baik	Sedang	Kurang	Jumlah
Teknis Penelitian (Kejelasan isi, struktur dan kesesuaian dengan pembelajaran matematika)	14	45	5	64
Kualitas Penelitian (Orisinalitas, keilmiahan dan kesesuaian panjang dengan isi)	5	20	39	64
Presentasi Penelitian (Judul, Abstrak, Diagram, gambar, tabel, teks dan rumus matematika, kesimpulan)	20	27	17	64

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada umumnya penelitian yang dilakukan para guru dari segi presentasi penelitian dan pada teknis penelitian sudah cukup, tetapi dari segi kualitas penelitian masih kurang.

Berdasarkan wawancara penulis dengan para guru, kesulitan para guru dalam melakukan penelitian umumnya karena kesulitan membagi waktu dengan persiapan mengajar dan administrasi pembelajaran dan siswa. Selain itu mereka kurang memahami sepenuhnya pentingnya penelitian tindakan kelas dan juga kurang memahami bahwa penelitian tindakan kelas bisa dilakukan tanpa mengganggu persiapan dan pelaksanaan pembelajaran yang ada. Kurangnya motivasi dan dorongan baik dari pihak sekolah untuk mengikuti pelatihan penulisan karya ilmiah juga menjadi faktor yang membuat wawasan dan *mindset* para guru lambat mengalami perubahan. Kurangnya budaya membaca dan kurang terbiasanya para guru menuangkan hasil penelitian dalam bentuk tulisan yang dipublikasikan juga menjadi faktor penyebab yang cukup signifikan

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Produktivitas meneliti para guru masih rendah, hal ini bisa dilihat dari jumlah kuantitas penelitian yang dihasilkan para guru dalam satu tahun yang rata-rata kurang dari 2 buah.
2. Kualitas penelitian para guru pada umumnya masih berada dalam level kurang, hal ini disebabkan lemahnyawawasan para guru tentang penelitian yang berkualitas.
3. Kesulitan para guru dalam melakukan penelitian umumnya disebabkan kurangnya wawasan para guru, kurangnya budaya membaca dan menulis, para guru terlalu disibukkan dengan tugas administrasi pembelajaran, serta kurangnya motivasi dari internal dirinya maupun dari eksternal lingkungannya.

Untuk itu direkomendasikan:

1. Merubah mindset dan meningkatkan wawasan para guru tentang penelitian, dengan banyak memberi kesempatan kepada para guru untuk mengikuti pelatihan penulisan karya ilmiah.
2. Mengadakan lomba penulisan karya ilmiah secara rutin baik di tingkat sekolah atau kabupaten dengan reward yang cukup memadai.
3. Memperbanyak media-media yang dapat memuat hasil karya ilmiah para guru.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A. (2004). *Senyum Guru Matematika dan Upaya Bangkitkan Gairah Siswa*. [Online]. Tersedia: http://www.waspada.co.id/serba_serbi/pendidikan/artikel.php?article_id=6722 [28 Maret 2005]
- Depdiknas (2004). *Standar Kompetensi Guru*. Jakarta: Depdiknas.
- Hudoyo, H. (1988). *Belajar Mengajar Matematika*. Malang: IKIP Malang.
- Juhrodin (2013). *Guru itu Seorang Peneliti*. [Online]. Tersedia: <http://www.atcontent.com/Publication/869777824665999VX.text/-/Guru-Itu-Seorang-Peneliti> (27 Juni 2013)
- Kromosudiro, F (2013). *Guru Wajib Punya Publikasi Ilmiah atau Karya Inovatif Per Oktober 2013*. [Online]. Tersedia: [http://fauziep.com/guru-wajib-punya-publikasi-ilmiah-dan-atau-karya-inovatif-per-oktober-2013/\(15 Mei 2013\)](http://fauziep.com/guru-wajib-punya-publikasi-ilmiah-dan-atau-karya-inovatif-per-oktober-2013/(15%20Mei%202013)).
- Suharta, I Gusti Putu. 2001. "Penerapan Pembelajaran Matematika Realistik untuk Mengembangkan Pengertian Siswa.", disajikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika Realistik di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta tanggal 14- 15 November 2001.
- Sumarsono (2004). *Otonomi Pendidikan*. Jakarta: Komisi Pendidikan KWI.
- Surya, Muhammad. (2003). *Psikologi Pembelajaran dan Pengajaran*. Bandung: Yayasan Bhakti Winaya.
- Wahyudin (1999). *Kemampuan Guru Matematika, Calon Guru Matematika, dan Siswa dalam Mata Pelajaran Matematika*. Disertasi pada PPS UPI: tidak diterbitkan
- Wijaya (2012). *Pentingnya Penelitian tindakan Kelas Bagi Guru*. [Online]. Tersedia: <http://edukasi.kompasiana.com/2012/07/09/pentingnya-penelitian-tindakan-kelas-ptk-bagi-guru-476507.html> (30 Juli 2013)

PERANAN MATEMATIKA DALAM MENUMBUHKAN KARAKTER SISWA

Asep Ikin Sugandi

STKIP Siliwangi Bandung
asepikinsugandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Saat ini pendidikan nasional tengah menggalakkan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa yang diarahkan pada upaya mengembangkan nilai-nilai yang mendasari suatu kebijakan sehingga menjadi suatu kepribadian diri warga negara. Melalui pelajaran matematika yang diajarkan di sekolah juga terdapat budaya karakter bangsa yang dapat terbentuk dalam diri setiap manusia (peserta didik) yang mempelajarinya.

Dalam proses pembelajaran, guru matematika dapat mengelola pembelajaran matematika yang mengembangkan nilai-nilai budaya dan karakter bangsa, misalnya sikap jujur, rasa ingin tahu, kreatif, inovatif, ulet, tekun, percaya diri, pantang menyerah, bertanggung jawab, dan teguh dalam pendirian. Untuk itu, prasyarat yang harus dimiliki seorang guru matematika tentu adalah penerapan nilai-nilai itu terlebih dahulu dan pola sikap, pola tutur, dan pola tingkah laku 'sang guru' sendiri. Ini artinya, guru perlu menjadi teladan terlebih dahulu bagi peserta didiknya

Kata Kunci : Matematika, Karakter

PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan hal yang penting dalam sistem pendidikan nasional. Dalam kurikulum KTSP mengisyaratkan bahwa pembelajaran diharapkan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Pada sisi lain, dalam proses pembelajaran pendidik diharapkan dapat memberikan keteladanan bagi peserta didiknya. Kemudian ditegaskan pula Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) serta Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 1) bahwa peserta didik dari mulai sekolah dasar perlu dibekali dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan kemampuan bekerja sama. Secara rinci dikemukakan bahwa pembelajaran matematika selain menekankan penguasaan konsep, tujuan lainnya adalah:

1. Melatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, misalnya melalui kegiatan penyelidikan; eksplorasi; eksperimen; menunjukkan kesamaan, perbedaan, konsisten, dan inkonsistensi.
2. Mengembangkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi, intuisi, dan penemuan dengan mengembangkan pemikiran divergen, orisinal, rasa ingin tahu, membuat prediksi dan dugaan, serta mencoba-coba.
3. Mengembangkan kemampuan memecahkan masalah.
4. Mengembangkan kemampuan menyampaikan informasi dengan tepat atau mengkomunikasikan gagasan antara lain melalui pembicaraan lisan, grafik, peta, diagram, dalam menjelaskan gagasan.

Sejalan dengan hal itu, termasuk dengan penerapan KTSP, saat ini pemerintah memberikan perhatian yang lebih terhadap dunia pendidikan dengan membuat beberapa program dengan skala prioritas tertentu. Melalui Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 1 Tahun 2010, pemerintah mengeluarkan Prioritas Pembangunan Nasional Tahun 2010. Pendidikan budaya dan karakter

bangsa merupakan bagian dari program penguatan metodologi dan kurikulum dalam Prioritas Pembangunan Nasional Tahun 2010 di atas. Upaya ini berupa penyempurnaan kurikulum dan metode pembelajaran aktif berdasarkan nilai-nilai budaya bangsa untuk membentuk daya saing dan karakter bangsa.

Kondisi saat ini di lapangan pada umumnya pembelajaran matematika kurang melibatkan aktivitas siswa secara optimal. Hal ini sesuai hasil studi Sumarmo (1993, 1994) terhadap siswa SMU, SLTP, dan guru di Kodya Bandung yang hasilnya antara lain pembelajaran matematika pada umumnya kurang melibatkan aktivitas siswa secara optimal sehingga siswa kurang aktif dalam belajar. Temuan Sumarmo didukung pula oleh temuan Sutiarmo (2000 : 15) dengan mengemukakan bahwa kenyataan di lapangan justru menunjukkan siswa pasif dalam merespon pembelajaran. Siswa cenderung hanya menerima transfer pengetahuan dari guru, demikian pula guru pada saat kegiatan pembelajaran hanya sekedar menyampaikan informasi pengetahuan tanpa melibatkan siswa dalam proses yang aktif dan generatif. Padahal menurut Darr dan Fisher (Ratnaningsih, 2007 : 15) jika siswa diharapkan menjadi siswa yang mandiri, mereka perlu aktif dan dihadapkan pada kesempatan-kesempatan yang memungkinkan mereka berpikir, mengamati dan mengikuti pikiran orang lain.

Disamping itu, akhir-akhir ini makin marak muncul fenomena yang kurang mendidik, seperti korupsi, kekerasan, kejahatan seksual, perusakan, perkelahian massa, kehidupan ekonomi yang konsumtif, kehidupan politik yang tidak produktif, dan sebagainya. Fenomena ini merupakan tantangan yang besar dan kuat terhadap dunia pendidikan. Oleh karena itu, upaya mengembangkan pendidikan budaya dan karakter bangsa di sekolah-sekolah merupakan sebuah tuntutan yang harus segera direspon oleh kita semua.

Pembelajaran matematika harus dirancang dengan sebaik mungkin agar pembelajaran matematika yang disampaikan menjadi wahana untuk mengembangkan karakter positif yang sudah dimiliki oleh siswa seperti sikap jujur, rasa ingin tahu, kreatif, inovatif, ulet, tekun, percaya diri, pantang menyerah, bertanggung jawab, dan teguh dalam pendirian. Dengan pembelajaran matematika yang inovatif dan beragam akan meningkatkan hasil belajar siswa yang meningkat serta perkembangan nilai-nilai tertentu dalam diri siswa, terbentuknya secara bertahap karakter yang berorientasi kepada eksplorasi, penemuan, kemandirian dan prestasi.

PEMBAHASAN

A. Konsep Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa

Dalam Undang-Undang (UU) nomor 20 tahun 2003 Pasal 3 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Sisdiknas) maka pendidikan nasional bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggungjawab. Pengembangan potensi peserta didik tersebut meliputi tataran individu, kolektif maupun untuk kepentingan ekstensi bangsa.

Pada buku *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa* Budaya (Pusat Kurikulum, 2010) dijelaskan mengenai pendidikan adalah suatu usaha sadar dan sistematis budaya dan karakter. Budaya adalah nilai, moral, norma dan keyakinan (*belief*), pikiran yang dianut oleh suatu masyarakat atau bangsa dan mendasari perilaku seseorang sebagai dirinya, anggota masyarakat, dan warga negara. Budaya mengatur perilaku seseorang mengenai sesuatu yang dianggap benar, baik, dan indah. Karakter adalah watak, tabiat, akhlak atau kepribadian yang diyakini dan digunakan sebagai landasan untuk cara pandang, berfikir, bersikap dan bertindak. Kebajikan terdiri dari sejumlah nilai, moral, dan norma yang mendasari cara pandang, berfikir, bersikap, dan cara bertindak seseorang serta yang membedakan dirinya dari orang lainnya. Karakter bangsa terwujud dari karakter seseorang yang menjadi anggota masyarakat bangsa tersebut.

Buku tersebut lebih lanjut mendefinisikan Pendidikan budaya dan karakter bangsa adalah pendidikan yang mengembangkan nilai-nilai budaya dan karakter pada diri peserta didik sehingga

menjadi dasar bagi mereka dalam berpikir, bersikap, dan bertindak dalam mengembangkan dirinya sebagai individu, anggota masyarakat, dan warga negara. Nilai-nilai budaya dan karakter bangsa yang dimiliki peserta didik tersebut menjadikan mereka sebagai warga negara Indonesia yang memiliki kekhasan dibandingkan dengan bangsa-bangsa lain.

Terdapat cukup banyak nilai-nilai budaya dan karakter bangsa yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran atau pendidikan di sekolah. Nilai-nilai itu adalah: 1) religius, 2) jujur, 3) toleransi, 4) disiplin, 5) kerja keras, 6) kreatif, 7) mandiri, 8) demokratis, 9) rasa ingin tahu, 10) semangat kebangsaan, 11) cinta tanah air, 12) menghargai prestasi, 13) bersahabat/komunikatif, 14) cinta damai, 15) gemar membaca, 16) peduli lingkungan, 17) peduli sosial, dan 18) tanggung-jawab.

B. Peranan matematika dalam menumbuhkan karakter pada diri siswa

Peranan matematika dalam menumbuhkan karakter pada diri siswa dari beberapa hal, diantaranya :

1. Dilihat dari hakekat matematika

- a. Matematika adalah pola berpikir, pola mengorganisasikan, pembuktian logik, pola hubungan, suatu jalan atau pola berpikir. Dengan hakekat matematika seperti itu diharapkan siswa mampu menganalisis keteraturan pola, dan memahami aturan-aturan yang telah disepakati bersama. Nilai karakter yang diharapkan dalam belajar matematika adalah seseorang diharapkan mampu bekerja keras, disiplin dan jujur secara teratur dan tertib dalam menggunakan aturan-aturan dan konsep-konsep yang ada dalam matematika.
- b. Matematika adalah ilmu deduktif. Ini berarti proses pengerjaan matematik harus bersifat deduktif. Matematika tidak menerima generalisasi dari hasil pengamatan (induktif). Namun harus berdasarkan pembuktian deduktif berdasarkan hukum-hukum yang berlaku dalam matematika. Hal ini dapat membentuk karakter yang positif pada diri siswa, yaitu seseorang itu tidak akan mudah percaya terhadap hasutan dan isu-isu yang disebarkan pihak-pihak tertentu untuk memecah belah bangsa ini. Dengan demikian diharapkan dalam diri siswa sikap yang , disiplin dan taat terhadap aturan yang ada.
- c. Matematika sebagai ilmu yang terstruktur dimulai dari unsur yang tidak didefinisikan, unsur yang didefinisikan, aksioma/postulat dan teorema. Hakekat matematika tersebut menuntut siswa untuk mengerjakan soal-soal mahasiswa berdasarkan definisi dan teorema yang ada, siswa dituntut untuk kreatif dalam menganalisis hubungan soal-soal tersebut dengan definisi ataupun teorema, sehingga siswa dapat berkerja sesuai dengan waktu yang diberikan. Selain itu dengan hakekat matematika ini, mendorong siswa untuk tidak mudah menyerah dan putus asa siswa dituntut lebih tajam dalam menganalisis masalah yang diberikan. Jika mereka belum mendapatkan jawaban yang benar, maka siswa diharuskan untuk melihat lagi langkah-langkah yang telah dilakukan dan meneliti dengan penuh kesabaran untuk terus bekerja sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan. Dengan demikian karakter yang akan tumbuh dan berkembang adalah Sikap Kerja keras dan tidak mudah menyerah.
- d. Matematika sebagai Bahasa
Hakekat matematika ini menuntut siswa untuk memiliki sifat komunikatif, siswa mampu mengkomunikasikan ide-ide yang ada dalam matematika baik secara lisan maupun tulisan kepada orang lain
- e. Matematika sebagai aktivitas manusia
Hakekat matematika ini menuntut siswa untuk terus belajar dalam memenuhi rasa ingin tahu yang muncul pada diri siswa. Disamping itu dalam menyelesaikan soal-soal yang bersifat realistik siswa didorong untuk tidak mudah bergantung pada orang lain. Mereka akan berupaya secara mandiri dalam menyelesaikan soal-soal tersebut.

2. Dilihat dari model pembelajaran

Salah satu contoh model pembelajaran dalam matematika yang dapat menumbuhkan karakter pada diri siswa adalah model pembelajaran berbasis masalah dengan setting kooperatif tipe Jigsaw. Sebelum dilakukan pembahasan mengenai keterkaitan pembelajaran matematika menggunakan pendekatan berbasis masalah dengan setting kooperatif tipe Jigsaw dengan pembentukan karakter

bangsa, terlebih dahulu perlu disajikan beberapa karakter pembelajaran berbasis masalah ditinjau dari model sajian bahan ajar, pendalaman bahan ajar, intervensi guru, serta interaksi kelas. Gambaran perbedaan karakteristik tersebut dapat diperoleh melalui Tabel 1.

Tabel 1
Karakteristik Pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah
dengan Setting Kooperatif Tipe Jigsaw

Pendekatan BMJ
Bahan ajar dikemas dalam bentuk sajian masalah sehingga konsep, prosedur, dan prinsip dalam matematika siswa melalui aktivitas pembelajaran yang tidak langsung (misalnya melalui penemuan, pemecahan masalah, eksplorasi pola).
Pendalaman materi dikembangkan dengan menggunakan diskusi yang terencana dalam kelompok kecil berjumlah 5 orang sehingga setiap siswa yang menjadi wakil untuk berdiskusi pada kelompok ahli berkewajiban untuk menerangkan kepada teman yang ada pada kelompok asal
Model intervensi guru yang dikembangkan dalam pendekatan ini lebih bersifat tidak langsung, yakni melalui teknik Scaffolding antara lain berupa pengajuan pertanyaan, pemberian hint, serta pengajuan masalah berbeda. Namun model intervensi guru di sini bersifat terbatas karena siswa jika menghadapi masalah berdiskusi dulu baik dalam kelompok asal maupun kelompok ahli
Model interaksi yang dikembangkan dalam pendekatan ini bersifat multiarah dalam bentuk diskusi kelompok kecil yang terencana dan kontinu

Beberapa hal yang menyebabkan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan berbasis masalah dengan setting kooperatif tipe Jigsaw (BMJ) diprediksi dapat membangun karakter bangsa, diantaranya :

a. Dilihat dari sajian Bahan ajar

Bahan ajar yang disajikan dalam bentuk permasalahan, memungkinkan siswa untuk memperoleh kesempatan untuk mengembangkan konsep, prosedur, serta prinsip dalam matematika melalui suatu aktivitas belajar secara bervariasi meliputi kegiatan yang bersifat individual, kelompok maupun kelas. Setiap kegiatan yang dikembangkan diawali dengan sajian masalah yang berfungsi sebagai salah satu stimulus dan pemicu siswa untuk berpikir. Berarti masalah bertindak sebagai kendaraan proses belajar untuk mencapai tujuan. Konsep pembelajaran seperti itu, dapat memfasilitasi siswa melakukan eksplorasi, investigasi dan pemecahan masalah. Seperti Sabandar (2005: 2) mengemukakan bahwa situasi pemecahan masalah merupakan suatu tahapan di mana ketika individu dihadapkan kepada suatu masalah ia tidak serta merta mampu menemukan solusinya, bahkan dalam proses penyelesaiannya ia masih mengalami kebuntuan. Pada saat itulah terjadi konflik kognitif yang tidak menutup kemungkinan memaksa siswa untuk berpikir matematis tingkat tinggi. Dengan sajian bahan ajar seperti ini diharapkan siswa mempunyai sifat :

- 1) Mandiri, yaitu sikap dan perilaku yang tidak mudah tergantung pada orang lain dalam menyelesaikan tugas-tugas
- 2) Jujur, yaitu perilaku yang didasarkan pada upaya menjadikan dirinya sebagai orang yang selalu dapat dipercaya dalam perkataan, tindakan dan pekerjaan.
- 3) Kerja keras, yaitu perilaku yang menunjukkan upaya sungguh-sungguh dalam mengatasi belajar dan tugas, serta menyelesaikan tugas dengan sebaik-baiknya.
- 4) Kreatif, yaitu berpikir dan melakukan sesuatu untuk menghasilkan cara atau hasil baru dari sesuatu yang telah dimilikinya.
- 5) Menghargai prestasi, yaitu sikap dan tindakan yang mendorong dirinya untuk menghasilkan sesuatu yang berguna bagi masyarakat, dan mengakui, serta menghormati keberhasilan orang lain.
- 6) Gemar membaca, yaitu Kebiasaan menyediakan waktu untuk membaca berbagai bacaan yang memberikan kebajikan bagi dirinya
- 7) Rasa ingin tahu, yaitu sikap dan tindakan yang selalu berupaya untuk mengetahui lebih mendalam dan meluas dari sesuatu yang dipelajarinya, dilihat, dan didengar.

b. Pendalaman materi

Pendalaman materi yang digunakan dalam pendekatan berbasis masalah dengan setting kooperatif tipe Jigsaw dilaksanakan dalam bentuk diskusi kelompok kecil yang terencana dengan baik. Hal ini merupakan faktor pendorong terjadinya aktivitas mental bersifat konstruktif dalam pembentukan obyek-obyek mental baru. Salah satu landasan yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut antara lain adalah teori Zone of Proximal Development (ZPD) dari Vygotsky. Menurut Vygotsky belajar dapat membangkitkan berbagai proses mental tersimpan yang hanya bisa dioperasikan ketika seseorang berinteraksi dengan sesama temannya. Vygotsky yakin bahwa fungsi mental yang lebih tinggi pada umumnya muncul dalam diskusi dan kerjasama antara individu sebelum fungsi mental yang lebih tinggi terserap ke dalam individu tersebut. Pengembangan kemampuan yang diperoleh melalui proses belajar sendiri pada saat melakukan pemecahan masalah disebut sebagai *actual development*, sedangkan perkembangan yang terjadi sebagai akibat adanya interaksi dengan temannya yang mempunyai kemampuan lebih tinggi disebut *potencial development*. Zone of Proximal Development sebagai jarak antara *actual development* dan *potencial development*.

Melalui interaksi antara siswa, diharapkan terjadi pertukaran pengalaman belajar berbeda sehingga aksi mental dapat terus berlanjut sesuai dengan yang diharapkan. Sementara itu teknik Scaffolding dapat digunakan selain untuk mengarahkan proses berpikir, juga untuk memberikan tantangan lanjutan sehingga aksi mental yang diharapkan dapat terjadi dengan baik. Dengan adanya kerjasama yang berkesinambungan diharapkan dapat memperpendek jarak perbedaan kemampuan actual siswa.

Dengan adanya diskusi yang terencana dan terpola dalam bentuk kooperatif tipe Jigsaw yang mewajibkan setiap siswa yang menjadi wakil diskusi pada kelompok ahli untuk menerangkan kembali kepada anggota kelompok lain, sehingga setiap anggota kelompok menyiapkan dirinya untuk tampil dengan penguasaan konsep yang mapan. Hal ini merupakan refleksi atas aksi-aksi mental yang dilakukan selama siswa melakukan diskusi dan kerjasama dengan temannya. Kegiatan ini antara lain dapat dilihat dari kemampuan siswa membicarakan dan menjelaskan hasil dari aksi mental yang telah dilakukan terhadap sejumlah kognitif terkait.

Pada saat diskusi kelompok asal, guru dapat melakukan intervensi secara tidak langsung dengan meminta siswa untuk menjelaskan kinerja siswa dalam menyelesaikan suatu persoalan. Melalui intervensi ini, siswa diarahkan agar memiliki kemampuan untuk melakukan refleksi atas sejumlah proses mental yang telah dilakukan sehingga mereka mampu merangkumnya menjadi obyek mental yang baru. Hal inilah yang tidak terdapat dalam pendekatan BM maupun konvensional. Dengan pendalaman materi secara berdiskusi kelompok seperti ini diharapkan siswa memiliki sikap sebagai berikut :

- 1) Toleransi, yaitu sikap dan tindakan yang menghargai perbedaan agama, suku etnis, pendapat, sikap dan tindakan orang lain yang berbeda dengan orang lain.
- 2) Demokratis, yaitu cara berpikir, bersikap, dan bertindak yang menilai sama hak dan kewajiban dirinya dan orang lain.
- 3) Semangat Kebangsaan, yaitu cara berpikir, bertindak, berwawasan yang menempatkan kepentingan bangsa dan negara di atas kepentingan diri dan kelompoknya.
- 4) Cinta tanah air, yaitu cara berpikir, bersikap, dan berbuat yang menunjukkan kesetiaan, kepedulian dan penghargaan yang tinggi dalam bahasa, lingkungan fisik, sosial, budaya, ekonomi dan politik bangsa.
- 5) Bersahabat, yaitu tindakan yang memperlihatkan rasa senang berbicara, bergaul dan bekerja sama dengan orang lain.
- 6) Cinta damai, yaitu sikap, perkataan dan tindakan yang menyebabkan orang lain merasa senang dan aman atas kehadiran dirinya.
- 7) Peduli sosial, yaitu sikap dan tindakan yang selalu ingin memberi bantuan kepada orang lain dan masyarakat yang membutuhkan
- 8) Tanggung jawab yaitu sikap dan perilaku seseorang untuk melaksanakan tugas dan kewajibannya, yang seharusnya dia lakukan, terhadap diri sendiri, masyarakat, lingkungan (Alam, sosial dan budaya), negara dan Tuhan Yang Maha Esa.

3. Menyampaikan sejarah atau biografi tokoh-tokoh Matematika

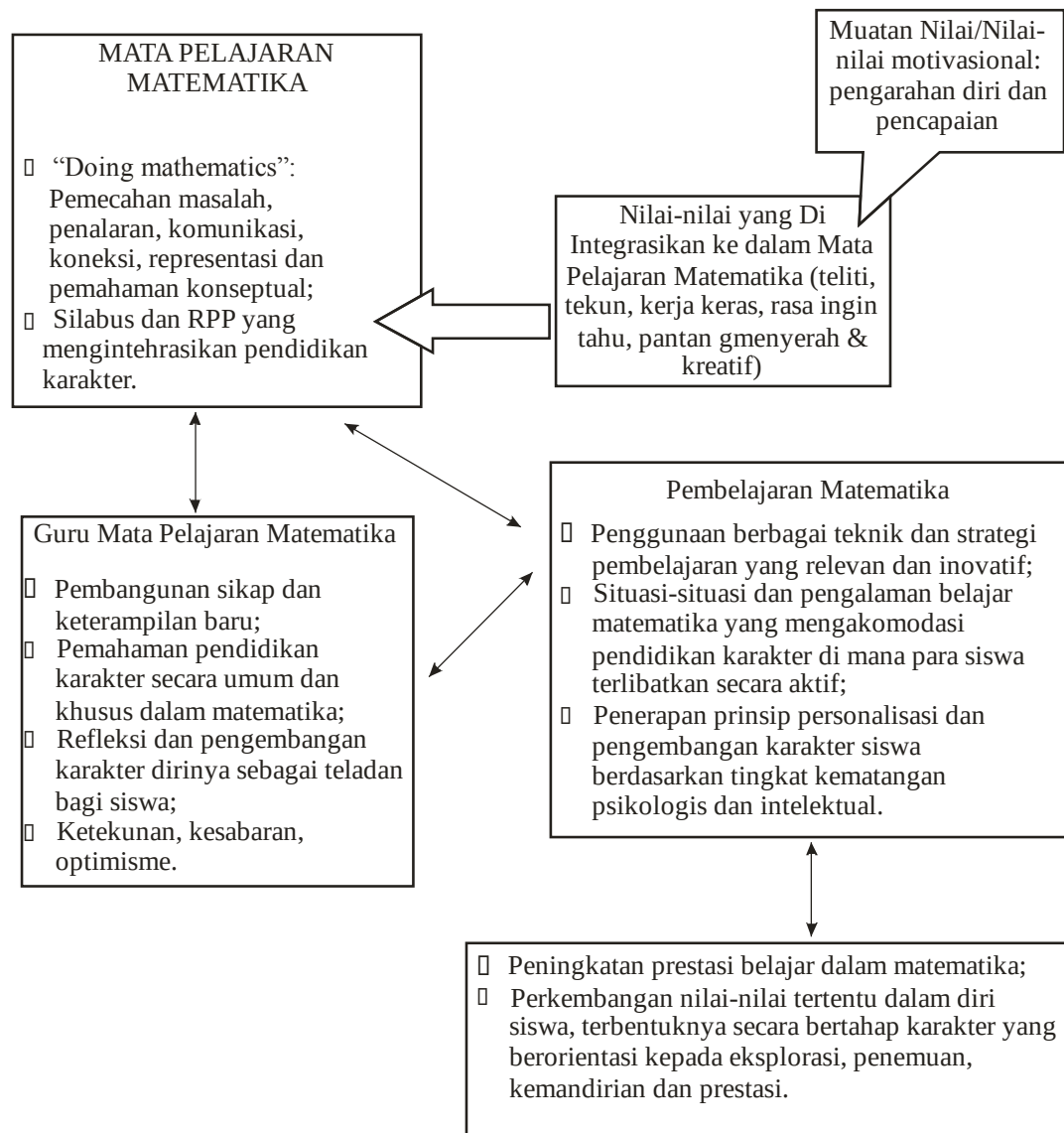
Sejarah dan biografi tokoh-tokoh matematika seperti Isaacc Newton, Gottfried, Wilhelm, Leornard Euler dan Carl Friedrich Gauss yang secara gigih dan henti-hentinya dalam mengembangkan matematika. Dengan Menyampaikan sejarah atau biografi tokoh-tokoh Matematika diharapkan siswa memiliki sifat :

- 1) Teliti
- 2) Tekun
- 3) Kerja keras
- 4) Rasa Ingin Tahu
- 5) Pantang Menyerah
- 6) Kreatif

4. Memberikan situasi-situasi dan pengalaman belajar yang mengakomodasi pendidikan karakter dimana para siswa aktif terlibat

Dengan memberikan soal-soal yang mempunyai karakteristik berpikir tingkat tinggi seperti pemecahan masalah siswa dilatih untuk berpikir kritis, cermat, runtut, analitis, rasional dan efisien. Soal-soal yang memiliki karakteristik komunikasi matematis akan melatih siswa untuk memiliki karakter komunikatif, menyampaikan ide secara baik dan benar, jujur dan bertanggung jawab. Soal-soal yang memiliki karakteristik penalaran akan melatih siswa untuk berpikir secara rasional, deduktif, menumbuhkan sikap jujur dan pantang menyerah. Soal-soal yang memiliki karakteristik koneksi akan melatih siswa untuk berpikir secara rasional, mampu melihat hubungan secara teliti dan menumbuhkan rasa ingin tahu.

Secara Ringkas pengembangan Pendidikan Karakter Bangsa dalam pembelajaran matematika dapat dinyatakan sebagai :



Sumber : Wahyudin (2012)

KESIMPULAN

Matematika dapat menumbuhkan karakter siswa melalui hakekat matematika itu sendiri, model pembelajaran yang dipilih, dan menyampaikan sejarah dan biografi dari tokoh-tokoh matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Pendidikan (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Matematika SMA/MA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Kemendiknas (2010). *Desain Induk Pendidikan Karakter*. Kementerian Pendidikan Nasional.
- Puskur (2010). *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa*. Puskur Balibang Kementerian Pendidikan Nasional
- Ratnaningsih, N. (2007). *Pengaruh Pembelajaran Kontekstual terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematik serta Kemandirian Belajar Siswa Sekolah Menengah Atas*.

- Disertation at Post Graduate Studies at Indonesia University of Education, Bandung , Indonesia, not published
- Ruseffendi, E. T. (1988). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung : Tarsito.
- Sabandar, J. (2005). *Pertanyaan Tantangan dalam Memunculkan Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Pembelajaran Matematika*. Makalah Disajikan dalam Seminar Nasional, FPMIPA UPI, 20 Oktober.
- Sumarmo, U. (1987). Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa SMA dikaitkan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Beberapa Unsur Proses Belajar Mengajar. Disertation at Post Graduate Studies at Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sumarmo, U. (1993). Peranan Kemampuan Logik dan Kegiatan Belajar terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika pada Siswa SMA di Kodya Bandung. Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sumarmo, U. (1994). *Suatu Alternatif Pengajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Guru dan Siswa SMA di Kodya Bandung*. Research Report at Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sumarmo, U. (2002). *Alternatif Pembelajaran Matematika dalam Menerapkan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Report of Research Grant at Post Graduate Study. Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sumarmo, U. (2003). *Pengembangan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi pada Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa Strata Satu (S1) melalui berbagai Pendekatan Pembelajaran*. Bandung, Report of Research Grant at Post Graduate Study. Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sumarmo, U. (2004). *Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik*. Paper presented at National Mathematics Education Seminar at State University of Yogyakarta.
- Sumarmo, U. (2005). *Pengembangan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa Strata Satu melalui Berbagai Pendekatan Pembelajaran*. Report of Research Grant at Post Graduate Study. Indonesia University of Education, Bandung , not published
- Sutiarso, S. (2000). *Problem Posing, Strategi Efektif Meningkatkan Aktivitas Siswa dalam Pembelajaran Matematika*. Makalah pada seminar di Bandung: Tidak diterbitkan.
- Suryadi, D. (2004). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangkaian Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Disertation at Post Graduate Studies at Indonesia University of Education, Bandung , Indonesia, not published

MENINGKATKAN PEMAHAMAN MAHASISWA DALAM MATA KULIAH KALKULUS DENGAN MENGUNAKAN PENDEKATAN INVESTIGASI

Dianne Amor Kusuma

Jurusan Matematika, FMIPA Unpad Bandung
bravedex@yahoo.com

ABSTRAK

Kemampuan pemahaman matematis merupakan kemampuan peserta didik dalam memahami materi yang diajarkan oleh pengajar, dimana peserta didik tidak hanya hanya menghafalkannya melainkan harus pula dapat mengubah, menginterpretasi, serta mengekstrapolasi materi yang telah dia terima. Pendekatan investigasi adalah suatu pendekatan yang diimplementasikan dalam pembelajaran matematika, yang mendorong peserta didik untuk belajar lebih aktif dan lebih bermakna, sehingga mereka dituntut untuk selalu berpikir kritis dan logis tentang suatu permasalahan, serta mencari sendiri penyelesaiannya.

Kata Kunci : kemampuan pemahaman, pendekatan investigasi.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kalkulus merupakan salah satu matakuliah dasar yang sangat penting, karena menjadi landasan awal bagi para mahasiswa untuk dapat memahami matakuliah-matakuliah lain. Dengan lain kata, bahwa kalkulus merupakan matakuliah prasyarat untuk dapat memahami matakuliah-matakuliah lain. Dengan demikian jika pemahaman mahasiswa dalam matakuliah kalkulus sudah lemah (kurang), maka mereka akan kesulitan dalam memahami matakuliah lain (dalam hal ini, matakuliah-matakuliah yang berkaitan dengan ke-matematika-an).

Pada kenyataannya rata-rata nilai akhir yang dicapai mahasiswa jurusan apapun (dan dari fakultas apapun) di Universitas Padjadjaran dalam matakuliah kalkulus I masih sangat rendah. Hal ini diperlihatkan dengan masih terdapat banyak mahasiswa yang memperoleh nilai C, D dan E, yakni sekitar 31% dari 1.271 mahasiswa yang mengikuti matakuliah kalkulus I (Sumber: data dari Pusat Pelayanan Basic Science-Universitas Padjadjaran, semester gasal tahun akademik 2012/2013) sehingga mereka harus mengulang matakuliah tersebut (bahkan ada yang mengulang sampai 2 tahun berturut-turut). Oleh sebab itu perlu dilakukan berbagai upaya untuk dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam matakuliah tersebut karena kondisi seperti ini tidak dapat dibiarkan berlarut-larut. Salah satu upayanya adalah dengan menggunakan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Dalam hal ini, pendekatan investigasi dapat dijadikan alternatif dalam upaya meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam matakuliah kalkulus I.

Pendekatan investigasi merupakan pendekatan yang diterapkan dalam kegiatan perkuliahan, yang memberi peluang pada mahasiswa untuk mengembangkan pemahamannya melalui berbagai kegiatan perkuliahan (Hudoyo, 1985 : 93). Pendekatan ini digunakan untuk menggabungkan tujuan akademik investigasi, yakni integrasi sosial dalam proses perkuliahan serta digunakan dalam semua bidang studi (matakuliah) dan semua tingkatan usia. Dalam makalah ini akan dikaji sejauhmana penggunaan pendekatan investigasi dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam matakuliah kalkulus (dalam hal ini, kalkulus I).

2. PEMBAHASAN

Pemahaman Matematis

Pemahaman matematis merupakan salah satu tujuan penting dalam perkuliahan, yangmana memberikan pengertian bahwa materi yang disampaikan kepada peserta didik bukan hanya sebagai hafalan, namun lebih dari itu yakni diharapkan mereka dapat memahami konsep dari matakuliah itu sendiri. Pemahaman merupakan penyerapan arti suatu materi/konsep yang dipelajari. Untuk dapat memahami suatu objek secara mendalam, seseorang harus mengetahui :

- a. Objek itu sendiri
- b. Relasinya dengan objek lain yang sejenis
- c. Relasinya dengan objek lain yang tidak sejenis
- d. Relasi-dual dengan objek lain yang sejenis
- e. Relasi dengan objek dalam teori lain.

(Hudoyo, 1985 : 21)

Pemahaman matematis ada tiga macam, yakni :

- Pengubahan (*translation*)
Digunakan untuk menyampaikan informasi dengan bahasa dan bentuk lain, serta menyangkut pemberian makna dari suatu informasi yang bervariasi.
- Pemberian arti (*interpretation*)
Digunakan untuk menafsirkan maksud dari bacaan, tidak hanya kata-kata dan frase, melainkan juga mencakup pemahaman suatu informasi dari sebuah ide.
- Pembuatan ekstrapolasi (*extrapolation*)
Mencakup estimasi dan prediksi yang didasarkan pada sebuah pemikiran, gambaran kondisi dari suatu informasi, serta penarikan kesimpulan dengan konsekuensi yang sesuai dengan informasi jenjang kognitif yang ketiga yaitu “penerapan”, yang menerapkan suatu bahan yang telah dipelajari kedalam situasi baru, yakni berupa ide, teori atau petunjuk teknis.

(Hudoyo, 2003 : 37).

Pengetahuan dan pemahaman peserta didik terhadap konsep matematika menurut NCTM (1989 : 223) dapat dilihat dari kemampuan mereka dalam :

- Mengidentifikasi konsep secara verbal dan tertulis
- Mengidentifikasi serta membuat contoh dan bukan contoh
- Menggunakan model, diagram dan simbol (lambang) untuk mempresentasikan suatu konsep
- Mengubah suatu bentuk representasi kedalam bentuk lain
- Mengenal berbagai makna dan interpretasi konsep
- Mengidentifikasi sifat-sifat suatu konsep, serta mengenal syarat yang menentukan suatu konsep
- Membandingkan dan membedakan konsep

Pendekatan Investigasi

Pendekatan investigasi merupakan pendekatan yang digunakan untuk memicu peserta didik agar belajar lebih aktif dan bermakna. Dengan lain kata, bahwa peserta didik dituntut untuk selalu berpikir mengenai suatu permasalahan dan mereka mencari sendiri penyelesaiannya, sehingga mereka akan lebih terlatih untuk selalu menggunakan keterampilannya. Dengan demikian pengetahuan dan pengalaman belajar mereka akan tertanam untuk jangka waktu yang cukup lama.

Tahapan-tahapan dalam pendekatan investigasi meliputi :

- a. Membaca, menterjemahkan dan memahami masalah
Pada tahap ini peserta didik harus dapat memahami permasalahan dengan jelas. Mengartikan permasalahan menurut bahasa mereka dengan cara berdiskusi dalam kelompok, membuat perencanaan tentang sejumlah strategi yang akan dilakukan, untuk kemudian akan didiskusikan dengan kelompok lain.

b. Pemecahan masalah

Pada tahap ini peserta didik terpacu untuk mencoba mencari berbagai cara yang dapat digunakan untuk menemukan penyelesaian dari permasalahan tersebut, menarik kesimpulan dari jawaban yang diperoleh, serta mengecek kembali kebenarannya.

c. Menjawab dan mengkomunikasikan jawaban

Pada tahap ini peserta didik diharapkan dapat mengecek hasil yang diperolehnya, mengevaluasi pekerjaannya, mencatat dan menginterpretasi hasil yang diperoleh dengan berbagai cara, serta mentransfer keterampilannya untuk diterapkan pada permasalahan yang lebih kompleks.

(Bastow, *et al.*, 1984 : 18).

Kegiatan dalam pendekatan investigasi (Grimison and Dawe, 2000 : 6, dalam Lidinillah, 2009 : 5) memiliki karakteristik sebagai berikut :

- *Open ended*
- *Finding pattern*
- *Self-discovery*
- *Reducing the teacher's role*
- *Not helpful examination*
- *Not worthwhile*
- *Not doing real math*
- *Using one's own method*
- *Being exposed*
- *Limited to the teacher's experience*
- *Not being in control*
- *Divergen*

Jika melihat karakteristik-karakteristik tersebut, maka dapat dikatakan bahwa pendekatan investigasi mengarahkan peserta didik agar mampu mengkonstruksi sendiri pengetahuan serta *skill* matematikanya. Dalam hal ini dosen hanya berperan sebagai fasilitator.

Implementasi Pendekatan Investigasi dalam Perkuliahan (dalam matakuliah kalkulus I)

Dalam pengimplementasian pendekatan investigasi dalam perkuliahan perlu dilakukan beberapa tahapan, yakni:

- a. Persiapan, meliputi:
 - Menentukan tujuan perkuliahan yang ingin dicapai
 - Pembuatan skenario perkuliahan yang disesuaikan dengan kegiatan investigasi apa yang akan dilakukan
 - Pembuatan dan pengembangan modul yang membantu kegiatan investigasi
 - Mahasiswa dibagi kedalam beberapa kelompok kecil (4-5 orang/kelompok)
- b. Pelaksanaan
Karena kegiatan pembelajaran/perkuliahan sifatnya investigasi, maka harus dipilih teknik yang tepat, yang benar-benar dapat mendorong peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya sehingga konsep/pokok bahasan yang disampaikan bukan “dihafalkan”, melainkan “dipahami” oleh peserta didik.
- c. Evaluasi, meliputi proses selama kegiatan berlangsung dan produk (*output*) yang dihasilkan peserta didik. Evaluasi proses bertujuan untuk mengukur serta menilai aktivitas peserta didik selama kegiatan investigasi berlangsung. Sedangkan evaluasi terhadap produk dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kemampuan pemahaman matematis peserta didik.

Contoh Implementasi Pendekatan Investigasi dalam Perkuliahan

Pokok Bahasan : 8. Fungsi Transenden

Sub Pokok Bahasan : 8.2 Fungsi Eksponen Asli

Tujuan :

- Melatih mahasiswa untuk berfikir kritis dan logis

- Menggali dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa
- Mahasiswa lebih memahami konsep yang diberikan karena mereka mengkonstruksi sendiri pengetahuannya (dalam hal ini dosen hanya berperan sebagai fasilitator)

Skenario perkuliahan :

1. Mahasiswa dibagi menjadi beberapa kelompok kecil (5 orang untuk setiap kelompok).
2. Setiap kelompok diminta berdiskusi dan memahami *summary* sub pokok bahasan Fungsi Eksponen Asli, selama 40 menit.
3. Kemudian setiap kelompok diminta untuk mengerjakan soal-soal yang ada dalam modul yang disediakan, serta menuliskan analisa mereka tentang pokok bahasan tersebut, selama 60 menit.

3. PENUTUP

Hal-hal yang dapat mempengaruhi rendahnya prestasi belajar mahasiswa dalam matakuliah kalkulus adalah: kurangnya pemahaman mahasiswa, rendahnya motivasi mahasiswa untuk mempelajari matakuliah tersebut, serta penggunaan metode/pendekatan pembelajaran yang kurang tepat. Penggunaan pendekatan investigasi dalam perkuliahan dapat memacu mahasiswa untuk lebih aktif, termotivasi, dan tertarik untuk mempelajari serta memahami pokok bahasan yang diajarkan, sehingga pemahaman mereka pun dapat ditingkatkan. Kreativitas dosen-pun dalam hal ini tak kalah pentingnya dalam upaya meningkatkan pemahaman mereka, karena dosen dituntut untuk dapat mengemas disain perkuliahan sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat terlibat aktif dalam perkuliahan dan terpacu untuk memperoleh nilai yang lebih baik.

Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi para dosen pengampu matakuliah lain, agar dapat mencoba mengimplementasikan pendekatan investigasi dalam pembelajaran/perkuliahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastow, B. Hughes, J. Kissane, B. & Randall, R. (1994). *Another 20 Mathematical Investigational Work*. Perth: The Mathematical Association of Western Australia (MAWA). Hal. 18.
- NCTM. 1989. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston. Virginia: NCTM. Hal. 223.
- Hudoyo, Herman. 1985. *Teori Belajar dalam Proses Belajar Mengajar Matematika*. Jakarta. Dekdikbud. Hal. 21 & 93.
- Hudoyo, Herman. 2003. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. JICA. Universitas Negeri Malang. Hal. 37.
- Lidinillah, Dindin. 2009. *Investigasi Matematika dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. Universitas Pendidikan Indonesia. Hal. 5.

MENINGKATKAN PENALARAN SISWA SMP MELALUI PENDEKATAN KONTEKSTUAL

Eka Dianti Usman

SMPN 1 Padalarang Kabupaten Bandung Barat
ekadiantiusman@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu penyebab rendahnya kemampuan penalaran matematis siswa adalah guru mengajarkan dengan konsep matematika dengan diajari teori/definisi/teorema, kemudian diberikan contoh-contoh soal dan terakhir diberikan latihan soal. Sehingga tidak membuat siswa aktif, berkembang dan memiliki kemampuan bernalar berdasarkan pemikirannya, tetapi justru menerima ilmu secara pasif. Tulisan ini memaparkan bahwa matematika harus dipahami dan dimaknai siswa SMP melalui pembelajaran dengan pendekatan kontekstual.

Kata Kunci: pendekatan kontekstual, penalaran.

1. Rendahnya Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP

Pada era informasi global seperti saat ini, semua pihak memungkinkan memperoleh informasi dengan cepat dan mudah. Oleh karena itu, penguasaan materi matematika bagi siswa menjadi suatu keharusan yang tidak bisa ditawar lagi didalam penataan nalar dan pengambilan keputusan dalam era persaingan pada saat ini. Siswa perlu memiliki kemampuan memperoleh, memilih dan mengolah informasi untuk bertahan pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti dan kompetitif. Semua ini membutuhkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, kreatif dan kemampuan bekerjasama yang baik.

Di dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP: 2006) termuat tujuan pembelajaran matematika yaitu: 1) Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah, 2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika, 3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh, 4) Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah, 5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Menurut Kurikulum 2013, penyelenggaraan pendidikan dasar dan menengah sebagaimana yang dinyatakan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan bertujuan membangun landasan bagi berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang: a) Beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, dan berkepribadian luhur; b) Berilmu, cakap, kritis, kreatif, dan inovatif; c) Sehat, mandiri, dan percaya diri; dan d) Toleran, peka sosial, demokratis, dan tanggung jawab.

Seluruh kemampuan yang termuat dalam KTSP, diharapkan dapat dimiliki oleh siswa. Namun semua itu sulit terwujud apabila hanya mengandalkan proses pembelajaran yang selama ini terbiasa ada di sekolah, seperti mengajarkan dengan diajari teori/definisi/teorema, kemudian diberikan contoh-contoh dan terakhir diberikan latihan soal (Soejadi, 2000) Proses belajar seperti ini tidak membuat siswa aktif, berkembang dan memiliki kemampuan bernalar berdasarkan pemikirannya, tapi justru menerima ilmu secara pasif.

Beberapa penelitian tentang penalaran siswa sudah dilakukan. Hasil penelitian Sumarmo (1987) menemukan bahwa keadaan skor kemampuan siswa dalam penalaran matematik masih rendah. Siswa masih banyak mengalami kesukaran dalam berpikir derajat kedua. Penelitian Wahyudin (1999) menemukan lima kelemahan yang ada pada siswa antara lain: kurang memiliki pengetahuan materi prasyarat yang baik, kurang memiliki kemampuan untuk memahami serta mengenali konsep-konsep dasar matematika (aksioma, definisi, kaidah, teorema) yang berkaitan dengan pokok bahasan yang sedang dibicarakan, kurang memiliki kemampuan dan ketelitian dalam menyimak sebuah persoalan atau soal-soal matematika yang berkaitan dengan pokok bahasan tertentu, kurang memiliki kemampuan menyimak kembali sebuah jawaban yang diperoleh dan kurang memiliki kemampuan nalar yang logis dalam menyelesaikan persoalan atau soal-soal matematika.

Untuk mengurangi lemahnya kemampuan penalaran dalam pembelajaran matematika siswa perlu dibiasakan untuk memberikan argumen atas setiap jawabannya serta memberikan tanggapan atas jawaban yang diberikan oleh orang lain, sehingga apa yang sedang dipelajari menjadi lebih bermakna baginya. Hal ini berarti bahwa penting memberikan waktu bagi siswa untuk berdiskusi dalam menjawab pertanyaan dan pernyataan orang lain dengan argumentasi yang benar dan jelas (Pugalee, 2001).

Dengan kurangnya kemampuan penalaran matematik di atas, jelas bahwa kemampuan siswa dalam penalaran matematik perlu mendapat perhatian untuk lebih ditingkatkan. Kemampuan penalaran matematik merupakan kemampuan yang diperlukan dalam belajar matematika dan dalam menghadapi masalah-masalah kehidupan siswa.

Penalaran matematik merupakan bagian dari berpikir matematik tingkat tinggi yang bersifat kompleks. Karena itu kemampuan penalaran matematik siswa tidak ada tanpa kemampuan pemahaman matematik yang baik. Salah satu keputusan yang perlu diambil guru adalah tentang pemilihan model pembelajaran yang akan digunakan.

2. Mengapa Pembelajaran dengan Pendekatan Kontekstual?

Agar kesulitan yang dihadapi siswa dapat diatasi dan kemampuan siswa menyelesaikan masalah matematika dapat ditingkatkan, tentu dibutuhkan suatu pendekatan pembelajaran yang tepat. Banyak pendekatan yang ditawarkan para ahli, salah satunya adalah pendekatan kontekstual. Pendekatan kontekstual memiliki tujuh komponen, yaitu (1) konstruktivisme, (2) menemukan, (3) bertanya, (4) masyarakat belajar, (5) pemodelan, (6) refleksi, dan (7) penilaian yang sebenarnya (Depdiknas, 2003).

Pentingnya pembelajaran kontekstual, diwacanakan oleh Crawford (2001) dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya, CORD (1999) di USA (dalam Marthen Tapilouw, 2010) mempublikasikan hasil kajian mereka dengan mengedepankan fakta, yaitu: 1) orang tua dan para pemberi kerja menyatakan bahwa pendidikan matematika dan sains perlu dibenahi, 2) selama ini kita belum melakukan secara optimal apa yang harus dilakukan dalam mengajar anak-anak untuk memahami bagaimana menggunakan gagasan-gagasan dalam matematika, 3) metode yang digunakan guru, yang dianggap baik di masa lalu ternyata kurang cocok untuk masa kini, 4) kita perlu mengubah strategi pendidikan dan hal ini harus dimulai dari kelas, 5) keberhasilan dalam pembelajaran jika tujuan utama guru adalah mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep dasar dalam kurikulum.

Dalam pembelajaran kontekstual termuat merefleksikan pengetahuan yang telah diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung. Pengetahuan yang telah diperoleh siswa disimpan dalam struktur pengetahuan yang baru sebagai pengayaan atau perbaikan terhadap pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya.

Untuk mengukur hasil pencapaian yang telah diperoleh siswa maka perlu dilakukan penilaian. Penilaian dilakukan pada semua aspek yaitu laporan kegiatan, pekerjaan rumah, hasil tes kemampuan, presentasi temuan dihadapan teman.

Menurut Wilson (2001) pembelajaran kontekstual dapat membantu guru dalam mengaitkan materi dengan situasi dunia nyata yang dikenal siswa. Dan dapat mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki siswa dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan proses pembelajaran diawali pemberian masalah dalam kehidupan sehari-hari, diharapkan siswa terbiasa untuk menganalisa, mengaplikasikan dan mengaitkan suatu konsep. Pendekatan kontekstual diperkirakan dapat memberi kontribusi terhadap peningkatan kemampuan pemahaman dan penalaran siswa dalam pembelajaran matematika.

Dikemukakan Sabandar (2008) bahwa kalau seseorang tidak memandang sesuatu sebagai subjek yang penting untuk dipelajari serta manfaatnya untuk berbagai hal sulit baginya untuk mempelajari matematika karena mempelajarinya sendiri tidak mudah. Oleh karena itu, menyadari pentingnya sikap positif siswa terhadap matematika maka guru memiliki peranan penting untuk dapat menumbuhkan sikap tersebut dalam diri siswa, salah satunya adalah melalui pembelajaran yang dikembangkan dalam kelas. Pemilihan strategi atau pendekatan yang tepat dapat menumbuhkembangkan sikap positif siswa terhadap matematika.

3. Kemampuan Penalaran Matematis

Istilah penalaran sebagai terjemahan dari *reasoning*, dapat didefinisikan sebagai proses pencapaian kesimpulan logis berdasarkan fakta dan sumber yang relevan Shurter dan Pierce (Sumarmo, 1987). Secara garis besar terdapat dua jenis penalaran yakni penalaran induktif dan penalaran deduktif.

Secara formal Shurter dan Pierce mendefinisikan penalaran induktif sebagai proses penalaran yang menurunkan prinsip atau aturan umum dari pengamatan hal-hal atau contoh-contoh khusus, sedangkan penalaran deduktif adalah proses penalaran dari pengetahuan prinsip atau pengalaman yang umum yang menuntun kita memperoleh kesimpulan untuk sesuatu yang khusus.

Sejalan dengan hasil analisis Sumarmo (2012) terhadap karya beberapa pakar. Penalaran matematik (*mathematical reasoning*) dapat diklasifikasikan dalam dua jenis yaitu penalaran induktif dan penalaran deduktif. Secara umum penalaran induktif didefinisikan sebagai penarikan kesimpulan berdasarkan pengamatan terhadap data terbatas. Sedangkan penalaran deduktif adalah penarikan kesimpulan berdasarkan aturan yang disepakati.

Lebih lanjut Sumarmo (2012) mengatakan berdasarkan karakteristik proses penarikan kesimpulannya, penalaran induktif meliputi beberapa kegiatan berikut:

1. Penalaran transduktif yaitu proses penarikan kesimpulan dari pengamatan terbatas diberlakukan terhadap kasus tertentu.
2. Penalaran analogi yaitu penarikan kesimpulan berdasarkan keserupaan proses atau data.
3. Penalaran generalisasi yaitu penarikan kesimpulan secara umum berdasarkan data terbatas.
4. Memperkirakan jawaban, solusi atau kecenderungan: interpolasi dan ekstrapolasi.
5. Memberi penjelasan terhadap model, fakta, sifat, hubungan, atau pola yang ada.
6. Menggunakan pola hubungan untuk menganalisis situasi, dan menyusun konjektur.

Masih menurut Sumarmo (2012) kegiatan yang tergolong pada penalaran deduktif diantaranya adalah:

1. Melaksanakan perhitungan berdasarkan aturan atau rumus tertentu.
2. Menarik kesimpulan logis berdasarkan aturan inferensi atau penalaran logis, memeriksa validitas argumen, dan menyusun argumen yang valid.
3. Menyusun pembuktian langsung, pembuktian dengan induksi matematika.

4. Pendekatan Kontekstual

Pembelajaran kontekstual lebih mengaitkan terhadap adanya hubungan antara materi yang dipelajari siswa dengan kegunaan praktis dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga siswa memiliki

pengetahuan/keterampilan yang secara fleksibel dapat diterapkan (ditransfer) dari satu permasalahan/konteks ke permasalahan/konteks lainnya.

Pendekatan pembelajaran kontekstual dapat dilakukan dengan mengembangkan ketujuh komponen utamanya sebagai langkah penerapan dalam pembelajaran (Depdiknas, 2003), yaitu:

1. Kembangkan pemikiran bahwa siswa akan belajar lebih bermakna dengan cara bekerja sendiri, dan mengkonstruksi sendiri pengetahuan dan keterampilan barunya.
2. Laksanakan sejauh mungkin kegiatan inkuiri untuk semua topik.
3. Kembangkan sifat ingin tahu siswa dengan bertanya.
4. Ciptakan masyarakat belajar dengan melakukan belajar dalam kelompok.
5. Hadirkan model sebagai contoh dan alat bantu pembelajaran.
6. Lakukan refleksi di akhir pertemuan.
7. Lakukan penilaian yang sebenarnya (authentic assessment) dengan berbagai cara.

Karakteristik pembelajaran kontekstual (Depdiknas, 2003): 1) Kerjasama; 2) Saling menunjang; 3) Menyenangkan, tidak membosankan; 4) Belajar dengan bergairah; 5) Pembelajaran terintegrasi; 6) Menggunakan berbagai sumber; 7) Siswa aktif; 8) Sharing dengan teman; 9) Siswa kritis guru kreatif; 10) Dinding dan lorong-lorong penuh dengan hasil kerja siswa, peta-peta, gambar, artikel, humor dan lain-lain; 11) Laporan kepada orang tua bukan hanya rapor tetapi hasil karya siswa, laporan hasil praktikum, karangan siswa dan lain-lain.

Dalam pembelajaran kontekstual, pembelajaran merupakan rencana kegiatan kelas yang dirancang guru. Berisi skenario tahap demi tahap tentang apa yang akan dilakukan bersama siswanya sehubungan dengan topik yang akan dipelajarinya. Dalam program tercermin tujuan pembelajaran, media untuk mencapai tujuan tersebut, materi pembelajaran, langkah-langkah pembelajaran, dan authentic assessmentnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas. (2003). *Kumpulan Pedoman Kurikulum 2004*. Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Depdiknas.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Kurikulum 2013*, Jakarta.
- Marthen, T. (2010). *Pembelajaran melalui Pendekatan React Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa SMP*, Universitas Pendidikan Indonesia, Jurnal Penelitian Pendidikan Vol. II No. 2 Oktober 2010
- Pugalee, D.A. (2001). *Using Communication to Develop Students Mathematical Literacy*, *Journal Research of Mathematics Education*, 6(5). 296-2999. [Online]. Tersedia: <http://www.nctm.org/ercsources/article-Summary.asp?URL=MTMS2001-01-296&from=B>. 5 April 2013.
- Sabandar, J. (2008). *Pembelajaran Matematika Sekolah Dan Permasalahan Ketuntasan Belajar Matematika*. Pidato Pengukuhan Sebagai Guru Besar dalam Bidang Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. UPI. Bandung: tidak dipublikasikan.
- Soejadi, R. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia; Konstatasi Keadaan Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Jakarta.
- Sumarmo, U. (1987). *Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa SMA dikaitkan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Beberapa Unsur Proses Belajar Mengajar*. Disertasi. UPI: Tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U. (2012). *Bahan Belajar Mata Kuliah Proses Berpikir Matematik Program S2. Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi*. Bandung
- Wilson, J. (2001). *Sylabus for EMAT 4600/ 6600: Problem Solving in Mathematics*. (Online). Tersedia: <http://www.jwilson.coe.uga.edu.htm>. 14 Maret 2013.

MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI DAN BERPIKIR LOGIS SERTA DISPOSISI MATEMATIK SISWA SMA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH

Wahyu Hidayat

Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi
azzam@wahyurock.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan suatu eksperimen dengan disain pos-tes kelompok kontrol yang dilaksanakan pada tahun 2013 bertujuan menemukan peranan pendekatan berbasis masalah (PBM), terhadap kemampuan komunikasi dan berpikir logis matematik serta disposisi matematik siswa SMA. Subyek penelitian ini adalah sebanyak 76 siswa kelas 11 dari satu SMA Negeri di Cimahi. Instrumen penelitian ini adalah tes komunikasi dan berpikir logis matematik dan skala disposisi matematik. Studi menemukan bahwa kemampuan komunikasi matematik siswa yang mendapat pembelajaran PBM tergolong cukup baik dan itu lebih baik daripada kemampuan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional yang tergolong sedang. Tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir logis matematik siswa yang mendapat pembelajaran PBM dengan konvensional, dan kemampuan tersebut tergolong sedang. Selain itu tidak terdapat perbedaan disposisi matematik siswa pada kedua kelas pembelajaran, dan disposisi tersebut tergolong cukup baik. Studi juga menemukan tidak terdapat asosiasi antar kemampuan komunikasi matematik, berpikir logis matematik, dan disposisi matematika.

Kata kunci: komunikasi matematik, berpikir logis matematik, disposisi matematik, pembelajaran berbasis masalah.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada dasarnya, kemampuan komunikasi dan berpikir logis matematik serta disposisi matematika adalah kemampuan dan perilaku afektif esensial yang perlu dimiliki oleh dan dikembangkan pada siswa yang belajar matematika. Rasional yang mendukung pernyataan di atas adalah kemampuan tersebut termuat dalam tujuan pendidikan nasional, dan tujuan pembelajaran matematika sekolah. Demikian pula, dalam tujuan pembelajaran matematika termuat komponen *hard skill* matematika yang luas yaitu: a) memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah, b) menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika, c) memecahkan masalah; d) mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah, dan *soft skill* yang meliputi: memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, sikap rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah (KTSP 2006). Tumbuhnya *soft skill* matematika yang berkelanjutan dalam pembelajaran matematika secara akumulatif akan membentuk disposisi matematik (*mathematical disposition*) yaitu keinginan, kesadaran, kecenderungan dan dedikasi yang kuat pada diri siswa atau mahasiswa untuk berpikir dan berbuat secara matematik dengan cara yang positif. Polking (1998), mengemukakan bahwa disposisi matematik menunjukkan a) rasa percaya diri dalam menggunakan matematika, memecahkan masalah, memberi alasan dan mengkomunikasikan gagasan, b) fleksibilitas dalam menyelidiki gagasan matematik dan berusaha mencari metoda alternatif dalam memecahkan masalah; c) tekun mengerjakan tugas matematik; d) minat, rasa ingin tahu, dan

dayatemu dalam melakukan tugas matematik; e) cenderung memonitor, merepleksikan penampilan dan penalaran mereka sendiri; d) menilai aplikasi matematika ke situasi lain dalam matematika dan pengalaman sehari-hari; e) apresiasi peran matematika dalam kultur dan nilai, matematika sebagai alat, dan sebagai bahasa. Merujuk pedoman Kurikulum 2013, dalam pelaksanaan pembelajaran matematika pengembangan kemampuan komunikasi matematik dan berpikir logis sebagai komponen *hard skill* matematika dilaksanakan secara terintegratif dengan pengembangan disposisi matematik sebagai komponen *soft skill* matematika.

Berdasarkan analisis terhadap pendapat sejumlah pakar, Sumarmo (2006) merangkumkan bahwa kemampuan komunikasi matematik meliputi kemampuan: menyatakan suatu situasi, gambar, diagram atau situasi dunia nyata ke dalam bahasa matematik, symbol, idea, dan model matematika; menjelaskan dan membaca secara bermakna, menyatakan, memahami, menginterpretasi, dan mengevaluasi suatu idea matematika dan sajian matematika secara lisan, tulisan, atau secara visual; mendengarkan, mendiskusikan, dan menulis tentang matematika; dan menyatakan suatu argument dalam bahasanya sendiri. Analisis di atas juga melukiskan bahwa kemampuan komunikasi matematik memiliki peran penting sebagai representasi kemampuan pemahaman siswa terhadap konsep matematik, masalah sehari-hari, dan penerapan konsep matematika dalam disiplin ilmu lain. Melalui komunikasi matematik siswa bertukar dan saling menjelaskan idea atau pemahaman mereka kepada temannya.

Beberapa pakar membahas istilah berfikir logis (*logical thinking*) dengan cara yang berbedada. Capie dan Tobin (Sumarmo, 1987) mengukur kemampuan berfikir logis yang meliputi lima komponen yaitu: mengontrol variabel (*controlling variable*), penalaran proporsional (*proportional reasoning*), penalaran probabilitas (*probabilistics reasoning*), penalaran korelasional (*correlational reasoning*), dan penalaran kombinatorik (*combinatorial thinking*). Pengertian berpikir logis juga dikemukakan oleh beberapa pakar lainnya (Albrecht, 1984, Minderovic, 2001, Ioveureyes, 2008, Sonias, 2011, Strydom, 2000, Suryasumantri, 1996, dalam Aminah, 2011). Berpikir logis atau berpikir runtun didefinisikan sebagai: proses mencapai kesimpulan menggunakan penalaran secara konsisten (Albrecht, 1984, dalam Aminah, 2011), berpikir sebab akibat (Strydom, 2000, dalam Aminah, 2011), berpikir menurut pola tertentu atau aturan inferensi logis atau prinsip-prinsip logika untuk memperoleh kesimpulan (Suryasumantri, 1996, Minderovic, 2001, Sponias, 2011, dalam Aminah, 2011), dan berpikir yang meliputi induksi, deduksi, analisis, dan sintesis (Ioveureyes, 2008, dalam Aminah, 2011).

Berkaitan dengan pembelajaran, Polya (1973), Glasersfeld (Suparno, 1997), dan Nickson (Hudojo, 1998) mengemukakan bahwa dalam pembelajaran matematika tugas guru adalah membantu siswa untuk membangun konsep-konsep matematika dengan kemampuannya sendiri melalui proses internalisasi sehingga membentuk suatu konsep baru yang bermakna. Pendapat di atas, pada dasarnya melukiskan pembelajaran yang berpandangan konstruktivisme dan mempunyai ciri-ciri antara lain: a) siswa terlibat aktif dalam belajar, b) informasi baru dikaitkan dengan pengetahuan yang telah dimiliki sehingga membentuk pemahaman yang bermakna dan lebih kompleks; c) pembelajaran menekankan pada investigasi dan penemuan. Satu di antara pendekatan pembelajaran yang berpandangan konstruktivisme adalah pembelajaran berbasis masalah (PBM). Pembelajaran ini mengawali kegiatan dengan penyajian masalah yang dirancang dalam konteks yang relevan dengan materi yang akan dipelajari melalui lima langkah sebagai berikut: mengorientasikan siswa pada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing siswa mengeksplorasi baik secara individual atau kelompok, membantu siswa mengembangkan dan menyajikan hasil karyanya, membantu siswa menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Barrows dan Kelson, 2003, Ibrahim dan Nur dalam Ratnaningsih, 2004).

Analisis terhadap karakteristik kemampuan komunikasi matematik, berpikir logis matematik, disposisi matematika, pembelajaran berbasis masalah (PBM), serta beberapa hasil studi yang relevan, memberikan prediksi bahwa PBM akan berperan baik dalam pengembangan kemampuan komunikasi matematik, berpikir logis matematik serta disposisi matematika.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah secara mendalam peranan pembelajaran (PBM) terhadap pencapaian kemampuan komunikasi matematik dan kemampuan berpikir logis matematik, serta disposisi matematika siswa. Juga studi ini bertujuan untuk menelaah kesulitan yang dihadapi siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas komunikasi matematik, dan berpikir logis matematik dan menelaah komponen disposisi matematika yang belum memuaskan. Selain itu studi ini juga bertujuan menganalisis eksistensi asosiasi antar kemampuan komunikasi matematik dan kemampuan berpikir logis matematik serta disposisi matematik. Berdasarkan hasil-hasil temuan akan dicari upaya mengatasi kesulitan tersebut dan upaya meningkatkan kemampuan berpikir matematik selanjutnya. Demikian pula temuan studi ini akan dimanfaatkan untuk mencari upaya-upaya perbaikan pembelajaran matematika berikutnya.

2. Telaah Kepustakaan

2.1. Komunikasi dan Disposisi Matematik

Kemampuan komunikasi matematik adalah suatu kompetensi dasar matematik yang esensial untuk dimiliki dan dikembangkan pada siswa sekolah menengah. Pentingnya pemilikan kemampuan komunikasi tersebut antara lain diajukan oleh Baroody (Yonandi, 2010) dan Lindquist (Yonandi, 2010). Baroody (Yonandi, 2010) mengemukakan dua hal pentingnya komunikasi matematik dikembangkan pada siswa yaitu: a) matematika adalah merupakan bahasa esensial, bukan hanya sebagai alat untuk berpikir, menemukan rumus, menyelesaikan masalah, dan menyimpulkan, tetapi matematika juga sebagai suatu alat yang sangat bernilai dalam menyatakan beragam idea secara jelas, teliti, dan tepat, dan b) Matematika dan belajar matematika adalah jantungnya kegiatan social, misalnya dalam pembelajaran matematika interaksi antara guru dan siswa, interaksi antar siswa, dan antara bahan ajar matematika dan siswa merupakan factor penting untuk memajukan potensi siswa. Lindquist (Yonandi, 2010) mengemukakan bahwa matematika sebagai bahasa yang khusus adalah komponen penting dalam belajar, mengajar dan menilai kemampuan matematik siswa. Sumarmo (2002) mendefinisikan komunikasi matematik sebagai kemampuan: menyatakan suatu situasi, masalah, atau pesan dalam suatu disiplin dan dalam kehidupan sehari-hari ke dalam bahasa, simbol, atau idea matematik. Kemudian, berdasarkan analisis terhadap beberapa pendapat (NCTM, 2000) merangkumkan bahwa kemampuan komunikasi matematik adalah kegiatan matematik yang meliputi: menyatakan situasi, gambar, diagram, atau kejadian nyata ke dalam bahasa matematik, simbol, idea, dan model; memberi penjelasan dan membaca secara bermakna; menyatakan, memahami, menginterpretasi, idea matematik atau representasi matematik secara lisan, tulisan atau secara visual; mendengarkan, mendiskusikan, menulis tentang matematika; dan menyatakan suatu argumen ke dalam bahasanya sendiri.

Muatan aspek afektif matematika dalam visi bidang studi matematika, tujuan Pendidikan Nasional, dan tujuan pembelajaran matematika pada dasarnya merupakan kebiasaan atau perilaku yang harus ditumbuhkan selama pembelajaran matematika. Ketika kebiasaan berfikir matematik dan sikap seperti di atas berlangsung secara berkelanjutan, maka secara akumulatif akan tumbuh disposisi matematik (*mathematical disposition*) yaitu keinginan, kesadaran, kecenderungan dan dedikasi yang kuat pada diri siswa atau mahasiswa untuk berpikir dan berbuat secara matematik. dengan cara yang positif Polking (1998), mengemukakan bahwa disposisi matematik menunjukkan: a) rasa percaya diri dalam menggunakan matematika, memecahkan masalah, memberi alasan dan mengkomunikasikan gagasan, b) fleksibilitas dalam menyelidiki gagasan matematik dan berusaha mencari metoda alternatif dalam memecahkan masalah; c) tekun mengerjakan tugas matematik; d) minat, rasa ingin tahu, dan dayatemu dalam melakukan tugas matematik; e) cenderung memonitor, merepleksikan penampilan dan penalaran mereka sendiri; f) menilai aplikasi matematika ke situasi lain dalam matematika dan pengalaman sehari-hari; g) memberikan apresiasi peran matematika dalam kultur dan nilai, matematika sebagai alat, dan sebagai bahasa. Hampir serupa dengan pendapat Polking (1998), Standard 10 (NCTM, 2000) mengemukakan bahwa disposisi matematik menunjukkan: rasa percaya diri, ekspektasi dan metakognisi, gairah dan perhatian serius dalam belajar matematika, kegigihan dalam menghadapi

dan menyelesaikan masalah, rasa ingin tahu yang tinggi, serta kemampuan berbagi pendapat dengan orang lain.

2.2. Kemampuan Berpikir Logis Matematik

Sumarmo (1987) mengukur kemampuan berpikir logis berdasarkan teori perkembangan mental dari Piaget untuk membedakan siswa tahap operasi konkrit dan operasi formal melalui Test of Logical Thinking (TOLT) yang terdiri lima komponen yaitu: mengontrol variabel (*controlling variable*), penalaran proporsional (*proportional reasoning*), penalaran probabilistik (*probalistics reasoning*), penalaran korelasional (*correlational reasoning*), dan penalaran kombinatorik (*combinatorial thinking*). Sumarmo (1987) menerjemahkan dan memodifikasi TOLT dan tes Longeot sesuai dengan budaya Indonesia namun tetap dengan konstruk yang sama dengan tes aslinya. Dalam tes Longeot, sub tes penalaran proposisional disajikan dalam bentuk serangkaian pernyataan, diikuti dengan pilihan jawaban menarik kesimpulan logis berdasarkan aturan inferensi. Selanjutnya penalaran berdasarkan aturan inferensi itu dinamakan penalaran logis. Ditinjau dari cakupannya, proses penalaran logis merupakan bagian dari proses penalaran matematik, dan proses penalaran matematik merupakan bagian dari proses berpikir matematik.

Sumarmo (1987) mendefinisikan penalaran sebagai proses memperoleh kesimpulan logis berdasarkan data dan sumber yang relevan. Dengan demikian istilah penalaran dapat didefinisikan sebagai proses berpikir menarik kesimpulan. Kemampuan penalaran berlangsung ketika seseorang berpikir tentang suatu masalah atau menyelesaikan masalah. Bila objeknya berupa masalah atau idea matematik maka penalaran tersebut dinamakan penalaran matematik.

Berdasarkan literatur terhadap indikator kemampuan berpikir logis, maka dalam penelitian ini dapat didefinisikan bahwa kemampuan berpikir logis meliputi kemampuan:

- a) Menarik kesimpulan atau membuat, perkiraan dan interpretasi berdasarkan proporsi yang sesuai,
- b) Menarik kesimpulan atau membuat perkiraan dan prediksi berdasarkan peluang,
- c) Menarik kesimpulan atau membuat perkiraan atau prediksi berdasarkan korelasi antara dua variabel,
- d) Menetapkan kombinasi beberapa variabel,
- e) Analogi adalah menarik kesimpulan atau perkiraan berdasarkan keserupaan dua proses,
- f) Melakukan pembuktian,
- g) Menyusun analisa dan sintesa beberapa kasus.

2.3. Pembelajaran Berbasis Masalah

Berdasarkan pendapat beberapa pakar (Barrows dan Kelson, 2003, Ibrahim dan Nur dalam Ratnaningsih, 2004, Pierce dan Jones dalam Dasari, 2009, Stephen dan Gallagher, 2003, Sears dan Hersh dalam Dasari, 2009), pembelajaran berbasis masalah (PBM) diartikan sebagai suatu pendekatan pembelajaran yang diawali dengan penyajian masalah yang dirancang dalam konteks dengan karakteristi: 1) Masalah harus berkaitan dengan kurikulum, 2) Masalah bersifat tak terstruktur, solusi tidak tunggal, dan prosesnya bertahap, 3) Siswa memecahkan masalah dan guru sebagai fasilitator, 4) Siswa hanya diberi panduan untuk mengenali masalah, dan tidak diberi formula untuk memecahkan masalah, dan 5) Penilaian berbasis performa autentik. Pierce dan Jones (Dasari, 2009) mengklasifikasi PBM dalam dua level yaitu level rendah dan level tinggi. PBM tergolong pada level rendah jika hanya memuat sedikit karakteristik di atas, dan PBM tergolong pada level tinggi jika siswa terlibat secara aktif dalam kegiatan-kegiatan yang mencerminkan karakteristik PBM di atas.

Perbedaan penting antara PBM dan pembelajaran konvensional terletak pada tahap penyajian masalah. Dalam pembelajaran konvensional, penyajian masalah diletakkan pada akhir pembelajaran sebagai latihan dan penerapan konsep yang dipelajari. Pada PBM, masalah disajikan pada awal pembelajaran, berfungsi untuk mendorong pencapaian konsep melalui investigasi, inkuiri, pemecahan masalah, dan mendorong kemandirian belajar. Ibrahim dan Nur (Ratnaningsih, 2004) mengemukakan lima langkah dalam PBM sebagai berikut.

- a) Mengorientasikan siswa pada masalah: guru memberi penjelasan tujuan pembelajaran, memotivasi siswa agar terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah.
- b) Mengorganisasikan siswa untuk belajar: guru membantu siswa mengidentifikasi dan mengorganisasi tugas belajar.
- c) Membimbing siswa bekerja individual atau kelompok: guru mendorong siswa mengumpulkan informasi, melaksanakan eksperimen.
- d) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya: guru membantu siswa menyusun laporan dan berbagi tugas dengan sesama siswa.
- e) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah: guru membantu siswa merefleksi dan mengevaluasi proses yang telah dikerjakannya.

NCTM (Webb dan Coxford, Eds, 1993) dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan apapun, perlu dipertimbangkan beberapa hal penting antara lain:

- a) Memilih tugas hendaknya memperhatikan: topik-topik matematika yang relevan, pemahaman, minat, dan pengalaman belajar siswa yang sebelumnya, dan mendorong tercapainya belajar bermakna,
- b) Pemilihan tugas ditujukan untuk: mengembangkan pemahaman dan keterampilan matematik, menstimulasi tersusunnya hubungan matematik, mendorong untuk formulasi masalah, pemecahan masalah, dan penalaran matematik, memajukan komunikasi matematik, menggambarkan matematika sebagai kegiatan manusia, mendorong tumbuhnya disposisi matematik,
- c) Pengaturan diskursus diarahkan untuk menemukan kembali dan mengembangkan idea matematika.
- d) Berpartisipasi dalam suasana belajar yang mendorong pengembangan daya matematik siswa dengan cara: mengajukan idea dan masalah yang sesuai, menyajikan masalah kontekstual; menghargai idea, cara berfikir dan disposisi matematik siswa; bekerja individual atau kolaboratif; mengajukan pertanyaan dan menyusun konjektur
- e) Menganalisis partisipasi belajar
Siswa merefleksi partisipasi belajarnya, melalui: introspeksi terhadap apa yang telah dipelajari, memeriksa pekerjaan tugas, ketercapaian belajar berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan dan disposisi matematik.

3. Metode Penelitian

Studi ini adalah suatu eksperimen dengan disain kelompok kontrol dan postes saja bertujuan menelaah peranan pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan komunikasi dan berpikir logis matematik, serta disposisi matematika siswa SMA. Subyek sampel penelitian ini adalah 76 siswa kelas XI dari satu SMA yang ditetapkan secara purposif. Instrumen studi ini adalah: tes komunikasi matematik, tes berpikir logis matematik, dan skala disposisi matematik. Data dianalisis dengan menggunakan uji dengan statistik Man-Whitney dan uji dengan statistik χ^2 (untuk uji asosiasi antar variabel).

Berikut ini disajikan sampel butir tes kemampuan komunikasi matematik dan tes berpikir logis matematik, serta skala disposisi matematika yang diberikan dalam studi ini.

Contoh 1. Butir Tes komunikasi matematik

Perjalanan dari kota A ke kota B ditempuh melalui dua jalur jalan, dan dari kota B ke kota C ditempuh melalui tiga jalur jalan. Nyatakan banyaknya cara untuk menempuh perjalanan dari A ke C melalui B dalam bentuk matematik. Samakah bentuk tadi dengan bentuk matematika dalam kasus di bawah ini?

- a) Banyaknya bilangan yang terdiri dari 5 angka berbeda. Konsep apa yang ada dalam kasus ini?
- b) Banyaknya susunan dua kursi berwarna merah dan tiga kursi berwarna putih. Konsep apa yang ada dalam kasus ini?

Contoh 2. Butir Tes Berpikir Logis Matematik

Siswa kelas 2 di satu SMA berjumlah 45 orang. Ketika tes matematika dan fisika diperoleh data sebagai berikut:

- 7 siswa mendapat skor matematika 85, 25 siswa mendapat skor matematika 70, dan sisanya mendapat skor matematika 55.
- Dari siswa yang mendapat skor matematika 85, 5 di antaranya mendapat skor fisika 70 dan sisanya mendapat skor fisika 65.
- Dari siswa mendapat skor matematika 70, ada 20 siswa yang mendapat skor fisika 65 dan lainnya mendapat skor fisika 50.
- Dari siswa yang mendapat skor 55, 10 siswa mendapat skor fisika 50 dan sisanya mendapat skor fisika 40

Pertanyaan: Benarkah pernyataan berikut, dan berikan alasan dan konsep matematika yang digunakan.

- Untuk kelompok siswa di atas, tes fisika lebih sukar dari tes matematika. Konsep apa yang terlibat dalam pernyataan ini? Tunjukkan hasil perhitungan yang mendukung jawaban anda!
- Dari data skor siswa di atas, diperkirakan ada korelasi yang cukup tinggi antara skor matematika dan skor fisika. Sertakan alasan yang mendasari perkiraan di atas.

Contoh 3: Butir Skala Disposisi Berpikir Kritis

Keterangan: Ss Sering sekali
Sr Sering

Kd : Kadang-kadang
Jr : Jarang

JS : Jarang sekali

No.	Kegiatan dan pendapat	Ss	Sr	Kd	Jr	Js
1.	Merasa yakin mampu menyelesaikan tugas matematik yang sulit					
2.	Bingung menghadapi soal matematika yang berbeda dengan contoh soal					
3.	Mencari beragam cara menyelesaikan soal matematika					
4.	Bertanya pada diri sendiri: Benarkah pekerjaan yang saya kerjakan?					
5.	Bertahan mengerjakan tugas matematik dalam waktu yang lama					
6.	Berpandangan bahwa matematika membantu siswa berfikir rasional					
7.	Dapat menerima cara yang berbeda ketika menyelesaikan soal matematika					

4. Temuan dan Pembahasan

4.1. Kemampuan Komunikasi dan Berpikir Logis Matematik serta Disposisi Matematika

Hasil temuan mengenai kemampuan komunikasi dan berpikir logis matematik serta Disposisi Matematika siswa disajikan pada Tabel 1. Setelah dilakukan uji normalitas sebaran data kemampuan berpikir logis matematik diperoleh bahwa data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian perbedaan rerata kemampuan dan disposisi matematik di atas dilakukan dengan menggunakan uji Mann Whitney.

Tabel 1.
Kemampuan Komunikasi, Kemampuan Berpikir Logis, dan Disposisi Matematika

Variabel	Kelas PBM (n = 40)			Kelas Pembel. Konvensional (n = 36)		
	Rerata	% terhadap skor ideal	SD	Rerata	% terhadap skor ideal	SD
Komunikasi Matematik (KM)	48,20	69,00 %	12,53	41,67	60,00 %	12,43
Berpikir Logis Matematik (BLM)	42,85	61,21 %	9,01	42,05	60,07 %	9,01
Disposisi Matematika (DM)	95,30	66,18 %	9,98	94,31	65,49 %	9,64

Catatan: skor ideal KM : 70 skor ideal BLM : 70 skor ideal DM: 144

Tabel 2
Hasil Uji Hipotesis Kemampuan Komunikasi Matematik, Berpikir Logis Matematik dan Disposisi Matematika

Kemampuan	Kelas	$\bar{x}$	s	N	Sig.	Interpretasi
Kemampuan Komunikasi Matematik	PBM	48,20	12,53	40	0,013	Kemampuan komunikasi matematik siswa kelas PBM lebih baik daripada kemampuan komunikasi matematik siswa kelas konvensional
	Konv	41,67	12,43	36		
Kemampuan Berpikir Logis Matematik	PBM	42,85	9,01	40	0,362	Tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir logis matematik antara siswa kelas PBM dan siswa kelas konvensional
	Konv	42,05	9,01	36		
Disposisi Matematika	PBM	95,30	9,98	40	0,263	Tidak terdapat perbedaan disposisi matematika antara siswa kelas PBM dan siswa kelas konvensional
	Konv	94,31	9,64	36		

Catatan: skor ideal KM: 70

skor ideal KBLM: 70

skor ideal DM: 144

Berdasarkan data pada Tabel 1, dan hasil pengujian hipotesis pada Tabel 2 studi menghasilkan temuan sebagai berikut.

- Kemampuan komunikasi matematik siswa yang memperoleh PBM tergolong pada klasifikasi cukup baik (69,00 % dari skor ideal) dan kemampuan ini lebih baik dari kemampuan siswa pada kelas konvensional yang tergolong sedang (60,00 % dari skor ideal). Temuan pada studi ini serupa dengan beberapa temuan lain di antaranya studi Permana. (2010), dan Yonandi (2010).
- Tidak terdapat perbedaan antara kemampuan berpikir logis matematik (KBLM) siswa yang memperoleh PBM dan kemampuan berpikir logis matematik siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Pada kedua kelas pembelajaran kemampuan berpikir logis siswa tergolong sedang (61,21 % dan 60,07 % dari skor ideal).
- Tidak ada perbedaan disposisi matematik siswa pada kedua kelas tersebut, serupa dengan temuan Ratnaningsih (2007) dan Sumarmo, Hidayat, Zulkarnaen, Hamidah, Ratnasariningsih (2012) yang melaporkan bahwa disposisi matematik siswa SMA pada kelas eksperimen tidak berbeda dengan disposisi matematis siswa pada kelas konvensional dan disposisi matematik tersebut tergolong antara sedang dan cukup baik.

4.2. Asosiasi antar Variabel

Asosiasi antar kemampuan komunikasi matematik (KM), kemampuan berpikir logis matematik (KBLM) dan disposisi matematika (DM) dianalisis menggunakan tabel kontingensi antar dua variabel seperti tersaji dalam Tabel 3. Tabel 4, dan Tabel 5. Hasil pengujian hipotesis eksistensi asosiasi tersaji pada Tabel 6. Hasil analisis dengan menggunakan SPSS menghasilkan berturut-turut nilai $C = 0,07$ (KM-KBLM), $C = 0,295$ (KM-DM) dan $C = 0,309$ (KBLM-DM) yang menunjukkan tidak terdapat asosiasi antar kemampuan komunikasi matematik, kemampuan berpikir logis, dan disposisi matematika. Pada Tabel 3 tercantum banyaknya siswa yang memperoleh nilai tinggi dalam berpikir logis matematik (11) lebih sedikit dibandingkan dengan banyaknya siswa memperoleh nilai tinggi pada komunikasi matematik (22). Temuan ini menunjukkan tugas berpikir logis matematik lebih sukar daripada tugas komunikasi matematik.

Tabel 3 Asosiasi antara KM dan BLM pada Kelas PBM

KM	BLM			Jumlah
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	1	7	3	11
Sedang	1	4	2	7
Tinggi	2	14	6	22
Jumlah	4	25	11	40

Tabel 4 Asosiasi antara KM dan DM pada Kelas PBM

KM	DM			Jumlah
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	2	9	0	11
Sedang	0	6	1	7
Tinggi	1	19	2	22
Jumlah	3	34	3	40

Tabel 5 Asosiasi antara BLM dan DM pada Kelas PBM

BLM	DM			Jumlah
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Rendah	0	4	0	4
Sedang	3	19	3	25
Tinggi	0	11	0	11
Jumlah	3	34	3	40

Tabel 6
Hasil Uji Hipotesis Asosiasi antara Kemampuan Komunikasi Matematik (KM),
Kemampuan Berpikir Logis Matematik (BLM) dan Disposisi Matematika (DM)

Kemampuan dan Disposisi	Koefisien Kontingensi	Sig.	Interpretasi
KM dan BLM	0,070	0,995	Tidak terdapat asosiasi yang signifikan pada taraf signifikansi 5%
KM dan DM	0,295	0,433	Tidak Terdapat asosiasi yang signifikan pada taraf signifikansi 5%
BLM dan DM	0,309	0,375	Tidak terdapat asosiasi yang signifikan pada taraf signifikansi 5%

Temuan bahwa tidak ada asosiasi antara kemampuan matematik (baik komunikasi matematik, maupun berpikir logis matematik) dengan disposisi matematika dalam studi ini serupa dengan temuan studi-studi lainnya yang menunjukkan tidak ada perbedaan kualitas aspek afektif atau *soft skill* antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas konvensional (Sumarmo, Hidayat, Zulkarnaen, Hamidah, Ratnasariningsih, 2012; Sumarmo, Hidayat, 2013; Hamidah, Ratnasariningsih, Zulkarnaen, 2013).

Namun temuan studi ini berbeda dengan studi lainnya yaitu terdapat asosiasi antara kemampuan matematik tingkat tinggi dengan kemandirian belajar siswa SMA (Sugandi, 2010), dan antara

kemampuan membuktikan dan kemandirian belajar mahasiswa (Yerizon, 2011). Temuan-temuan di atas menunjukkan bahwa eksistensi asosiasi antara kemampuan matematik sebagai *hard skill* dan beberapa komponen *soft skill* dalam belajar matematika tidak konsisten.

5. Kesimpulan, Implikasi dan Saran

5.1. Kesimpulan

Studi ini memberikan kesimpulan yaitu sebagai berikut. Kemampuan komunikasi matematik siswa yang mendapat PBM tergolong cukup baik dan lebih baik daripada kemampuan komunikasi matematik siswa pada kelas konvensional yang tergolong sedang. Namun tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir logis dan disposisi matematika siswa pada kedua kelas pembelajaran. Kemampuan berpikir logis matematik siswa tergolong sedang, dan disposisi matematika siswa tergolong antara sedang. Selain itu, tidak terdapat asosiasi antar kemampuan komunikasi matematik, berpikir logis matematik, dan disposisi matematika.

5.2. Implikasi dan Saran

Beberapa implikasi dari temuan studi ini di antaranya, pembelajaran yang mengutamakan siswa belajar aktif secara mandiri sudah mengantarkan siswa mencapai kemampuan komunikasi matematik yang cukup baik, tetapi belum sepenuhnya memberikan hasil yang memuaskan dalam pencapaian kemampuan berpikir logis dan disposisi matematika.

Pembelajaran yang menugaskan siswa belajar sendiri secara terus menerus dalam waktu yang agak lama menimbulkan rasa bosan sehingga mengurangi kegairahan belajar siswa. Selama pembelajaran, dalam kondisi tertentu siswa merasa memerlukan kehadiran bantuan guru. Pengembangan kemampuan berpikir logis dan disposisi matematik memerlukan waktu lebih lama dan perhatian serta upaya guru yang lebih banyak.

Saran yang dapat diajukan di antaranya adalah pengembangan kemampuan berpikir logis matematik dan berpikir tingkat tinggi hendaknya lebih diutamakan untuk konten matematika yang esensial dan disertai dengan penyediaan bahan ajar serta bantuan guru yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Pengembangan disposisi matematika tetap harus menjadi perhatian guru melalui pembiasaan dan keteladanan dari guru seperti halnya pengembangan *soft skill*, nilai dan karakter lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, M. (2011). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Logis Matematis melalui Pembelajaran Metakognitif. Makalah pada Sekolah Pascasarjana UPI. Tidak dipublikasikan.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2006). *Panduan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: BNSP.
- Dasari, D. (2009) Meningkatkan Kemampuan Penalaran Statistik Mahasiswa melalui Pendekatan Pace Model. Disertasi pada Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia . Tidak dipublikasi.
- Hamidah, Zulkarnaen, R., dan Sariningsih, R. (2013). “Mengembangkan Kemampuan Pemahaman dan Berpikir Kritis Serta Disposisi Matematik Siswa SMA Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah”. Laporan Penelitian Dosen. Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung : tidak dipublikasikan.
- Hudojo, H. (1998). *Belajar Mengajar Matematika*. Bandung: Angkasa.
- NCTM [National Council of Teachers of Mathematics] (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM

- Permana, Y. (2010). *Kemampuan Pemahaman dan Komunikasi serta Disposisi Matematik: Eksperimen terhadap Siswa SMA melalui Model – Eliciting Activities*. Disertasi pada Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, tidak dipublikasi.
- Polking J. (1998). *Response To NCTM's Round 4 Questions* [Online] In <http://www.ams.org/government/argrpt4.html>.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey: Princenton University Press.
- Ratnaningsih, N. (2004). *Pengembangan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SMU melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Tesis pada SPs UPI, tidak dipublikasikan.
- Ratnaningsih, N (2007). *Pengaruh Pembelajaran Kontekstual terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematik Siswa Sekolah Menengah Atas*. Disertasi pada Sekolah Pasca Sarjana UPI: tidak diterbitkan.
- Sugandi, A. I. (2010). *Mengembangkan Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa SMA melalui Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Setting Belajar Koopertaif JIGSAW*. Disertasi pada Sekolah pascasarjana UPI. Tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U. (1987). *Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa SMA Dikaitkan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Komponen Proses Belajar Mengajar*. Disertasi pada Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, tidak dipublikasi.
- Sumarmo, U. (2006). *Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa Dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik*. Makalah disajikan pada Makalah disajikan pada Seminar Pendidikan Matematika di UNY tahun 2006 dan dilengkapi untuk bahan ajar Perkuliahan Isu Global dan Kajian Pendidikan Matematika di SPs UPI Februari 2011.
- Sumarmo, U., Hidayat, W., Zulkarnaen, R., Hamidah, Sariningsih, R. (2012). “Kemampuan dan Disposisi Berpikir Logis, Kritis, Dan Kreatif Matematis: Eksperimen terhadap Siswa SMA Menggunakan Pembelajaran Berbasis Masalah dan Strategi *Think-Talk-Write*”. *Jurnal Pengajaran MIPA*, Vol. 17, No.1, 17-33, April 2012.
- Sumarmo, U., dan Hidayat, W. (2013). “Kemampuan Komunikasi dan Berpikir Logis Matematik Serta Kemandirian Belajar: Eksperimen terhadap Siswa SMA Menggunakan Pembelajaran Berbasis Masalah dan Strategi *Think-Talk-Write*”. Laporan Penelitian Dosen. Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung : tidak dipublikasikan.
- Suparno, P (1997). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Webb, N.L. and Coxford, A.F. (Eds. 1993). *Assessment in the Mathematics Classroom*. Yearbook. NCTM. Reston, Virginia
- Yerizon. (2011). *Peningkatan Kemampuan Pembuktian dan Kemandirian Belajar Matematik Mahasiswa melalui Pendekatan M-APOS*. Disertasi pada Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak diterbitkan.
- Yonandi (2010). *Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematik melalui Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Komputer pada Siswa Sekolah Menengah Atas*. Disertasi pada PPs UPI, tidak dipublikasikan.

URGENSI PEMBELAJARAN CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING BERBASIS KEARIFAN LOKAL DALAM MENGEMBANGKAN KONSEP DASAR MATEMATIKA

Wahid Umar ¹, Wahab M. Nur ²

¹⁾ Staf Pengajar FKIP Unkhair Ternate, ²⁾ Guru SMPN 1 Ternate
matunkhair@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kemampuan abstraksi peserta didik umumnya ditopang oleh pengalaman dan pengamatan yang ada di lingkungan mereka. Pembelajaran konsep-konsep dasar matematika seringkali dimulai melalui pengalaman dan pengamatan secara sistematis dan terencana menggunakan alat, bahan dan benda-benda yang dikenal peserta didik sehari-hari sehingga memiliki waktu retensi lebih lama dalam ingatan peserta didik. Selain itu pemaknaan konsep-konsep dasar matematika akan menjadi lebih mudah karena dikaitkan dengan kearifan lokal yang sesuai. Hal inipun terkait dengan Undang-undang Guru dan Dosen, salah satu kemampuan yang diharapkan dari guru matematika adalah kemampuan pedagogik yang diantaranya merancang bahan ajar kontekstual yang dapat digunakan sebagai peningkatan kualitas proses belajar mengajar di kelas. Pada tulisan ini akan mendiskusikan proses pembelajaran kontekstual berbasis kearifan lokal yang sangat dikenal masyarakat provinsi Maluku Utara. Pembahasan didahului dengan menguraikan topik bahasan dunia budaya matematika, matematika kontekstual, kemudian dibahas bahan-bahan kearifan lokal yang digunakan sebagai basis pembelajaran, berturut-turut untuk menanamkan konsep peluang dan statistika, geometri, bilangan, dan aritmetika sosial. Pembelajaran terkait konsep-konsep matematika dirancang dengan memanfaatkan bahan-bahan kearifan lokal tersebut berpotensi meningkatkan hasil belajar peserta didik setempat.

Kata kunci: *pembelajaran kontekstual, dunia budaya matematika, kearifan lokal*

1. PENDAHULUAN

Guru matematika di sekolah saat ini dituntut banyak tanggung jawab yang diantaranya adalah merancang bahan ajar kontekstual yang dapat digunakan dalam proses belajar mengajar. Hal ini disebabkan beberapa hal diantaranya adalah tuntutan undang-undang dan kurikulum 2006, inovasi pembelajaran dan tanggung jawab terkait suksesnya siswa pada Ujian Akhir Nasional. Pertama, pada pasal 10 Undang-undang Guru dan Dosen disebutkan bahwa guru dan dosen yang profesional harus mempunyai empat kompetensi atau kemampuan utama yaitu: kemampuan pedagogik, profesional, kepribadian dan sosial. Untuk kompetensi pedagogik, guru dituntut untuk mampu menyiapkan materi pembelajaran dan mengajarkannya di kelas.

Di samping itu, dalam dokumen KTSP pada semua level matematika sekolah dapat dilihat pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 22, 23, dan 24 berisikan standar isi (apa yang harus dipelajari) dan standar kompetensi lulusan (tujuan yang ingin dicapai). Hal ini tentunya menuntut kemampuan dan pengalaman guru dalam menyiapkan materi sebelum mengajarkannya dan pada saat mengelola proses pembelajaran di kelas. Desain materi pembelajaran tersebut hendaknya memberikan kesempatan yang luas kepada siswa untuk terlibat aktif sehingga konsep materi yang dipelajari benar-benar tertanam dan mereka kuasai dengan baik.

Salah satu *trend* atau arah pendekatan pembelajaran matematika di sekolah saat ini adalah penggunaan konteks dalam pembelajaran matematika. Freudental (1991) dalam konteks pembelajaran matematika mengatakan, "*Mathematics must be connected to reality*", matematika harus dekat terhadap peserta didik dan harus dikaitkan dengan situasi kehidupan sehari-hari.

Inovasi tersebut lebih dikenal dengan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Dalam pendekatan kontekstual, siswa perlu diberi kesempatan untuk mengkonstruksi pengetahuan yang mereka miliki, sebagai titik awal bagi siswa dalam mengembangkan pengertian matematika dan sekaligus menggunakan konteks tersebut sebagai sumber aplikasi matematika. Karakteristik CTL ini termasuk dalam KTSP matematika sekolah pada semua kelas yang menganjurkan pada setiap kesempatan pembelajaran matematika agar dimulai dengan *contextual problems*; atau masalah kontekstual atau situasi yang pernah dialami siswa.

Melalui penggunaan masalah kontekstual akan menyenangkan bagi siswa dan guru selama proses pembelajaran serta dapat mengatasi berbagai faktor penyebab rendahnya hasil belajar belajar kognitif maupun non kognitif siswa, seperti sikap siswa yang tidak menyenangi matematika dan rendahnya motivasi, pengetahuan awal (*prior knowledge*), dan kemampuan siswa (Munkacsy, 2011). Proses pembelajaran yang menarik dan menyenangkan dapat mempermudah siswa untuk memahami masalah dan mendorong keinginan siswa untuk memecahkan suatu masalah yang diberikan (Nurhadi, 2004).

Menurut Suherman (2009), pendekatan pembelajaran kontekstual atau *Contextual Teaching and Learning* (CTL) adalah pembelajaran yang dimulai dengan mengambil (mensimulasikan, menceritakan) kejadian pada dunia nyata dalam kehidupan sehari-hari yang dialami siswa kemudian diangkat ke dalam konsep matematika yang dibahas. Pada pembelajaran kontekstual, sesuai tumbuh-kembangnya ilmu pengetahuan, proses melibatkan tujuh komponen utama pembelajaran, yaitu konstruktivisme (*constructivism*), bertanya (*questioning*), menemukan (*inquiry*), masyarakat belajar (*learning community*), pemodelan (*modelling*), refleksi (*reflection*), dan asesmen otentik (*authentic assesment*).

Sementara itu, *Center of Occupational Research and Development* (CORD) dalam Nurhadi (2004 : 28), menyampaikan lima strategi bagi pendidik dalam penerapan pendekatan pembelajaran kontekstual, yang disingkat REACT, yaitu sebagai berikut.

- 1) *Relating*: Belajar dikaitkan dengan konteks pengalaman kehidupan nyata.
- 2) *Experiencing*: Belajar ditekankan pada penggalian (eksplorasi), penemuan (*discovery*), dan penciptaan (*invention*)
- 3) *Applying*: Belajar bilamana pengetahuan dipresentasikan di dalam konteks pemanfaatannya.
- 4) *Cooperating*: Belajar melalui konteks komunikasi interpersonal, pemakaian bersama dan sebagainya.
- 5) *Transferring*: Belajar melalui pemanfaatan pengetahuan di dalam situasi atau konteks baru.

Lima strategi tersebut diterapkan untuk melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual.

Kemudian, situasi di sekolah saat ini, guru matematika dituntut untuk menggunakan bahan-bahan kearifan lokal sebagai basis pembelajaran matematika. Bahkan dalam pembuatan soal pun, guru dituntut untuk banyak berkecimpung dengan soal-soal matematika kontekstual, lebih berkonteks lokal. Hal ini akan berpotensi meningkatkan hasil belajar peserta didik setempat, juga untuk menyiapkan diri siswa supaya mampu mengerjakan soal-soal Ujian Akhir Nasional (UAN). Hal ini penting tentunya, karena jika siswa gagal dalam matematika maka gurunya yang akan disalahkan oleh Kepala Sekolah dan bahkan orang tua siswa. Tapi permasalahannya adalah, materi yang diajarkan maupun soal-soal yang diberikan kepada siswa kurang dan bahkan tidak menggunakan kearifan lokal.

Padahal, tujuan pembelajaran matematika di sekolah tidak hanya untuk menjadikan siswa sebagai ahli matematika yang mengerti matematika sebagai suatu disiplin ilmu dan member bekal untuk pendidikan selanjutnya, tetapi juga untuk memberi mereka bekal yang cukup sebagai anggota masyarakat global yang kritis dan pintar (*mathematical literacy*), dan persiapan dalam menghadapi dunia kerja. Dalam pendidikan matematika di Indonesia, hanya tujuan yang pertama yang difokuskan di sekolah, tetapi yang kedua terakhir kurang dan bahkan tidak pernah.

Berdasarkan beberapa dasar pemikiran di atas, yang menjadi masalah dalam makalah ini adalah bagaimana membantu guru untuk mengembangkan pembelajaran matematika kontekstual berbasis

kearifan lokal dalam mengembangkan konsep dasar matematika?. Hal ini sangat penting dilakukan dengan mengeksplorasi kearifan lokal di provinsi Maluku Utara khususnya batu bacan, rumah bulat, anyaman, iris tuak dan buah kenari sebagai basis pembelajaran matematika. Harapan dari tulisan ini dapat menjadi penggugah bagi pendidik di daerah Maluku Utara untuk memanfaatkan kearifan lokal yang sudah dikenal siswa sebagai media pembelajaran matematika ataupun mata pelajaran lain. Secara umum, melalui pendekatan ini diharapkan memberi kontribusi baik siswa maupun pendidik dapat termotivasi sekaligus meningkatkan prestasi belajar siswa dalam matematika. Dengan demikian, pembahasan makalah ini, penulis memulai menguraikan topik bahasan dunia budaya matematika, matematika kontekstual, dan kemudian dibahas bahan-bahan kearifan lokal yang digunakan sebagai basis pembelajaran, berturut-turut untuk menanamkan konsep peluang dan statistika, geometri, bilangan, dan aritmetika sosial.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Dunia Budaya Matematika

Setiap siswa tumbuh dan berkembang dalam lingkungan yang memiliki karakteristik yang berbeda, dan oleh karena itu lingkungan sekitar memiliki pengaruh yang kuat di dalam membangun persepsinya. Berdasarkan pendekatan ekologis, persepsi terhadap lingkungan (*environmental perception*) sebagai cerminan penglihatan, kekaguman, kepuasan, serta harapan individu terhadap lingkungan (Edmund dan Letely, 1997). Persepsi terbentuk melalui serangkaian proses, yakni seleksi, organisasi, dan interpretasi, umur, pendapatan (Malicksandan dan Nason, 1995), jenis kelamin, dan pendidikan (Harihanto, 2004).

Dalam konteks pembelajaran matematika, Freudental (1991) mengatakan, “*Mathematics must be connected to reality*” (matematika harus dekat terhadap peserta didik dan harus dikaitkan dengan situasi kehidupan sehari-hari). Schoenfield (1992) menandakan, “dunia budaya matematika” akan mendorong siswa untuk berpikir tentang matematika sebagai bagian integral dari kehidupan sehari-hari, meningkatkan kemampuan siswa dalam membuat atau melakukan keterkaitan antar konsep matematika dalam konteks berbeda, dan membangun pengertian di lingkungan siswa melalui pemecahan masalah matematika baik secara mandiri ataupun bersama-sama.

Ernest (1989) menandakan, matematika bersifat dinamis, berkembang terus menerus pada kreasi dan penemuan manusia; pola dibangun dan disaring ke dalam pengetahuan. Jadi, matematika adalah proses inkuiri dan bertambah menjadi sebuah pengetahuan. Guru tidak memandang matematika sebagai kumpulan alat (pandangan instrumentalis) atau hanya keterkaitan konsep mendasar (pandangan *platonic*), melainkan guru lebih cenderung berfokus pada belajar siswa dan gaya mengajar yang konstruktivis, secara aktif melibatkan siswa dalam menggali konsep matematika, menciptakan strategi solusi, dan membangun makna pribadi dalam lingkungan yang kaya masalah.

Hasil penelitian Umar (2008) menunjukkan, sebanyak 75,75 % siswa sekolah dasar di Kepulauan Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara merasa “takut” terhadap matematika; bahkan sampai mengeluarkan keringat dingin karena rasa takut tersebut. Sumber ketakutan adalah (1) matematika banyak angkanya, (2) guru menerangkannya kurang jelas, dan (3) ketersediaan buku paket yang terbatas. Secara lebih khusus, mereka tidak dapat menunjukkan kemampuan yang menggembirakan di dalam melakukan perhitungan-perhitungan yang berkaitan dengan materi aritmetika sosial, sedangkan untuk cakupan materi tersebut, para pedagang di pasar-pasar tradisional, yang (mungkin) tidak pernah belajar di bangku sekolah formal secara memadai, dapat menunjukkan kemahirannya melakukan perhitungan dalam transaksi “bisnis”-nya.

Agar rasa “takut” ini dapat diminimalkan serta potensi yang dimiliki siswa dapat berkembang secara optimal maka paradigma pembelajaran matematika yang sedang berlangsung perlu disempurnakan, khususnya terkait dengan cara sajian pelajaran dan suasana pembelajaran. Paradigma “baru” ini dirumuskan sebagai: siswa aktif mengkonstruksi - guru membantu, dengan sebuah kata kunci: memahami pikiran anak untuk membantu anak belajar. Hasil penelitian Umar (2008) menunjukkan, penggunaan strategi pembelajaran “Matematika-Lingkungan” ternyata dapat

mengeliminasi rasa takut siswa; siswa menjadi lebih apresiatif terhadap matematika karena matematika sebenarnya ada di sekitar mereka (*mathematics around us*).

Pendekatan pembelajaran matematika dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu (1) mekanistik, (2) strukturalistik, (3) empiristik, dan (4) kontekstual atau realistik. Secara filosofis, pendekatan mekanistik menempatkan manusia ibarat komputer sehingga dapat diprogram dengan cara *drill* untuk mengerjakan hitungan dan algoritma tertentu. Pendekatan strukturalistik memandang bahwa manusia memiliki kemampuan menampilkan deduksi dengan menggunakan *subject matter* sistematis dan testruktur dengan baik.

Dengan pendekatan empiristik, pembelajaran matematika berlangsung dengan lebih memberi kesempatan kepada siswa untuk memperoleh pengalaman yang berguna, tetapi kurang didorong untuk mensistematisasikan dan merasionalkan pengalaman tersebut. Kelemahan pendekatan empiristik ini dieliminir oleh pendekatan kontekstual atau realistik. Dengan pendekatan kontekstual atau realistik, siswa diberi tugas-tugas yang berkualitas melalui penyajian masalah matematika yang menarik dan menantang kepada siswa. Masalah yang menarik dan menantang dapat berupa masalah kontekstual atau realistik yang berkaitan dengan kehidupan siswa. Kemajuan individu maupun kelompok akan menentukan spektrum perbedaan hasil belajar dan posisi individu tersebut. Hal ini selaras pandangan Freudenthal (1991), *mathematics is human activity* sehingga pembelajaran matematika berangkat dari aktivitas manusia.

Menurut Lester and Kehle (2003), dalam aktivitas matematika yang ideal, melibatkan beberapa tahapan, yang diawali dari suatu konteks real atau matematika dilakukan penyederhanaan sehingga terbentuk suatu masalah, selanjutnya melakukan abstraksi masalah dalam bentuk berbagai representasi matematika yang mungkin, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan atau eksekusi hingga diperoleh suatu solusi.

De Lange (1987) mengklasifikasikan masalah konteks atau situasi sebagai berikut.

- a. Personal siswa, situasi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa baik di rumah dengan keluarga, teman sepermainan, teman sekelas dan kesenangannya.
- b. Sekolah/akademik, situasi yang berkaitan dengan kehidupan akademik di sekolah, di ruang kelas, dan kegiatan-kegiatan yang terkait dengan proses pembelajaran.
- c. Masyarakat/publik, situasi yang terkait dengan kehidupan dan aktivitas masyarakat sekitar dimana siswa tersebut tinggal.
- d. Saintifik/matematik, situasi yang berkaitan dengan fenomena dan substansi secara saintifik atau matematika itu sendiri.

2.2. Kearifan Lokal

Kebudayaan bersifat dinamis dan berubah dari waktu ke waktu. Pada awal diperkenalkannya konsep kebudayaan, tahun 1871, Sir Edward Burnett Tylor mendefinisikan kebudayaan sebagai kompleks keseluruhan yang meliputi pengetahuan, kepercayaan, kesenian, hukum, moral, kebiasaan dan lain-lain. Seiring dengan pencaharian bentuk dari kebudayaan itu sendiri, penjabaran definisi kebudayaan berkembang menurut kajian masing-masing bidang tersebut. Pada tahun 1950 Kroeber dan Kluckhohn mencatat terdapat 176 definisi tentang kebudayaan. Dari sudut pandang antropologi, Koentjaraningrat (2003:72) mendefinisikan kebudayaan sebagai seluruh sistem gagasan dan rasa, tindakan, serta karya yang dihasilkan manusia dalam kehidupan bermasyarakat, yang dijadikan miliknya dengan belajar. Dengan kata lain, kebudayaan erat kaitannya dengan kehidupan suatu masyarakat yang selalu memperbaiki diri untuk sebuah kehidupan yang lebih baik dari sebelumnya.

Di dalam kehidupan bermasyarakat, ada pepatah yang mengatakan bahwa “*masyarakat paling tahu apa yang mereka butuhkan*”. Pepatah ini mewakili pemikiran bahwa gagasan-gagasan dan kemauan untuk berubah datangnya dari masyarakat setempat. Kebutuhan untuk berubah adalah hasil interaksi antar anggota masyarakat maupun karena interaksi masyarakat dengan lingkungannya. Pepatah ini juga mengandung makna bahwa di dalam usaha memperbaiki kehidupan masyarakat, aspirasi masyarakat perlu diakomodasi. Dalam konteks perubahan yang berasal dari masyarakat itu sendiri Ife dan Tesoriero (2006) menuliskan bahwa masyarakat

memiliki pengetahuan lokal, kebudayaan lokal, sumber daya lokal dan proses lokal yang harus dihormati.

Kehidupan masyarakat yang senantiasa mengalami perubahan memiliki prinsip-prinsip pengembangan masyarakat yang bersifat universal. Menurut Ife dan Tesoriero (2006) prinsip-prinsip tersebut antara lain berkenaan dengan ide dan pengalaman masyarakat sangat penting bagi orang-orang untuk mencapai kemanusiaan mereka secara utuh dan kelangsungan ekologis, holisme dan keseimbangan. Mengutip Pelly dan Menanti (1994), "di dalam bahan alam, alam diri dan alam lingkungannya baik fisik maupun sosial, nilai-nilai diidentifikasi dan dikembangkan sehingga sempurna. Membudayakan alam, memanusiakan manusia, menyempurnakan hubungan keinsanian merupakan kesatuan tak terpisahkan." Jadi, kehidupan masyarakat yang berubah mencapai kemanusiaan yang utuh dapat berlangsung dengan membina relasi yang baik antar sesama anggota masyarakat maupun antar masyarakat/anggota dengan lingkungannya. Prinsip ini memungkinkan masyarakat untuk berubah dan berkembang dengan cara belajarnya.

a. Matematika Kontekstual

Matematika kontekstual diperkenalkan tahun 1970-an di Belanda. Matematika kontekstual berkaitan dengan konsep atau ketrampilan matematika yang diperoleh melalui sebuah konteks. Konteks dapat diambil dari benda, pengalaman ataupun fenomena yang teridentifikasi. Awalnya matematika kontekstual merupakan sebuah pendekatan untuk mengimbangi perkembangan matematika yang cenderung formal dan mekanistik. Matematika kontekstual kemudian berkembang dan menjadi landasan di dalam mendesain pembelajaran matematika di sekolah.

Pembelajaran matematika kontekstual dipahami sebagai suatu proses belajar yang membantu peserta belajar (pembelajar) memahami matematika dengan cara menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari. Pembelajaran matematika kontekstual pertama kali dimunculkan oleh Hans Freudenthal di Belanda pada tahun 1970-an dengan nama *Realistic Mathematics Education (RME)*. Di Amerika, berkembang dengan nama *Contextual Teaching and Learning (CTL) in Mathematics* atau *Contextual Mathematics Education (CME)*. Di Indonesia, sejak akhir tahun 1990-an muncul Pendidikan Matematika Realistik Indonesia. Secara didaktik, pembelajaran matematika kontekstual bertujuan memaknai pembelajaran matematika agar matematika dapat diimplementasikan di dalam kehidupan sehari-hari dan sebaliknya pengalaman pada kehidupan nyata akan membantu membangun pemahaman atas matematika.

Perhatian pemerintah Indonesia terhadap pembelajaran kontekstual nampak pada pemberlakuan kurikulum yang berbasis kompetensi. Pemberlakuan kurikulum yang berbasis kompetensi mulai tahun 2004, adalah awal dari pembelajaran berbasis kompetensi yang melayani semua kelompok peserta didik melalui pencapaian kompetensi. Kurikulum nasional tersebut memungkinkan sekolah memiliki kewenangan untuk mengembangkan kompetensi dasar dan menentukan cara untuk mencapainya dengan memanfaatkan semua media yang dimiliki. Pemerintah mendorong pembelajaran matematika yang kontekstual melalui anjuran untuk memulai pembelajaran dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*). Kurikulum ini kemudian disempurnakan pada pemberlakuan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) mulai tahun 2006. Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan memberikan kewenangan yang lebih luas kepada satuan pendidikan (sekolah) untuk mengembangkan kurikulum sesuai karakter sekolah. Dalam setiap kesempatan, sedapat mungkin pembelajaran matematika dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*), untuk selanjutnya peserta didik secara bertahap dibimbing untuk menguasai konsep matematika. Sekolah dimungkinkan menyelenggarakan kegiatan belajar yang sesuai dengan situasi dan kondisi setempat dalam rangka memberikan pengalaman belajar matematika yang berguna untuk kehidupannya. Jadi, baik KBK maupun KTSP telah memfasilitasi pembelajaran secara kontekstual, di mana pengembangan pembelajaran disesuaikan dengan karakter, lingkungan dan kebutuhan satuan pendidikan.

Sekolah yang tidak memiliki fasilitas memadai dapat berkreasi menggunakan lingkungan sebagai media pembelajarannya. Di sini, pemaknaan matematika dapat menggunakan konteks benda-benda, pengalaman ataupun fenomena pada masyarakat di mana sekolah itu berada atau di mana peserta

didik itu tinggal. Pembelajaran didesain sedemikian rupa dengan memperhatikan lokasi, kultur dan kesiapan peserta didik. Misalnya ketika memaknai konsep “banyak sekali”, peserta didik yang tinggal di tepi pantai membayangkan pasir di pantai, peserta didik yang tinggal di pegunungan akan memberi contoh air di sungai yang mengalir tiada henti dan peserta didik yang hidup di lingkungan pertanian menunjuk bulir padi ketika musim panen tiba. Jadi, penyampaian konsep-konsep matematika dan aktivitasnya dapat dilakukan dengan cara-cara yang berbeda-beda menurut pengalaman dan pandangan komunitasnya. Keberpihakan proses belajar matematika kepada peserta didik akan mendorong minat mereka belajar yang pada akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajar mereka.

Sisi lain dari matematika kontekstual adalah pemanfaatan pengalaman dan lingkungan peserta didik untuk menunjukkan keindahan matematika. Matematika tidak sekedar angka-angka dan simbol-simbol. Banyak sekali keteraturan alam yang dapat dijelaskan oleh matematika. Misalnya, barisan *Fibonacci* tercipta dari pengamatan atas cara berkembangbiak kelinci. Suku bangsa kuno seperti Mesir Kuno, Maya dan Inca telah menggunakan matematika untuk menjelaskan banyaknya hewan ternak, cara berdagang bahkan cara menentukan waktu. Saat ini, keindahan matematika di dalam kehidupan sehari-hari antara lain dapat diamati pada motif batik dan tenun, perhitungan waktu tanam dan panen, serta ketersediaan makanan di lumbung. Kaitannya dengan proses belajar, keindahan matematika menjadi sumber inspirasi untuk mengembangkan matematika kontekstual yang dapat memotivasi peserta didik belajar matematika.

b. Etnomatematika

D'Ambrosio di dalam Orey dan Rosa (2004) menyebutkan bahwa pendidikan kolonial menyebabkan matematika menjadi kebarat-baratan dan dibuat secara eksklusif oleh orang kulit putih. Matematika telah berkembang berdasarkan kultur Eropa ke wilayah luar Eropa bersamaan dengan invasi mereka ke wilayah-wilayah tersebut. Selama tahun 1960-an negara-negara invasi telah mengubah kurikulum namun hasilnya tidak berubah secara fundamental. Akibatnya matematika berkembang menjadi sesuatu yang kurang relevan dengan kehidupan komunitas di beberapa wilayah. Akumulasi dari kurang relevannya matematika dengan kehidupan masyarakat telah menjadi problem utama pendidikan matematika di dunia ketiga.

Pada tahun 1970-an, D'Ambrosio memunculkan istilah *ethnomathematics* sebagai nama program tentang metodologi untuk menjalankan dan menganalisis proses dari generasi, transmisi, difusi dan institusionalisasi pengetahuan matematika berdasarkan kultur yang berbeda-beda. Selanjutnya D'Ambrosio (2006) menekankan filosofi dan pedagogi dengan memberikan pemahaman bahwa “*ethnomathematics is a research programme in the history and philosophy of mathematics, with pedagogical implications*”, yang berfokus pada menjabarkan seni dan teknik (*tic[from techne]*), pemahaman dan mengorganisasikannya (*mathema*) pada lingkungan sosial budaya yang berbeda (*ethno*).

Penelitian tentang matematika dan kebudayaan telah banyak dilakukan. Sternstein (2008) meneliti tentang eksplorasi bilangan dan pengukuran pada suku Dan di Liberia (Afrika Barat), Gilsdorf (2009) meneliti tentang sistem bilangan Otomies di Meksiko, membandingkannya dengan sistem bilangan suku Dan, sistem bilangan suku Aztec dan simbol bilangan Mesoamerican serta mempelajari kalender Otomies. Penelitian Barta dan Shockey (2006) menggali matematika kultural pada suku Ute di Amerika Utara. Penelitian tentang pendekatan kultur untuk pembelajaran matematika di kelas dilakukan oleh Engblom-Bradley (2006) yang memasukkan kultur dalam pembelajaran matematika dan Ezeife (2002) yang meneliti tentang penggunaan ‘matematika lokal’ yang sudah ada dan masih bertahan sampai saat ini untuk pembelajaran pada masyarakat lokal di Manitoba, Canada. Studi Harding-DeKam (2007) mendesain metode pembelajaran matematika yang berbeda-beda berdasarkan latar belakang peserta didik dan mencoba melakukan pembelajaran dengan bahasa setempat untuk mencapai standar-standar matematika.

Di Indonesia, penelitian tentang matematika dan konteks kearifan lokal masih sangat jarang. Menurut Sumadyono (2004), konteks kearifan lokal yang pernah ditulis adalah olah raga rakyat

sepak takraw di Sumatera, bilangan dan penggunaannya di Kedang serta hari pasaran sebagai basis bilangan selain sepuluh di Jawa.

Selanjutnya studi yang dilakukan oleh Orey dan Rosa (2004) berhasil mengumpulkan beberapa istilah yang dipakai para peneliti untuk menggambarkan bagaimana matematika digali dan diungkap dari sisi lokal. Istilah-istilah tersebut adalah indigenous mathematics (Gay & Cole, Lancy), sociomathematics (Zaslavsky), informal mathematics (Posner, Ascher & Ascher), mathematics in the socio-cultural environment (Dombia, Toure'), spontaneous mathematics (D'Ambrosio), oral mathematics (Carraher, Kane), oppressed mathematics (Gerdes), non-standard mathematics (Carraher, Gerder, Harris), hidden or frozen mathematics (Gerdes), folk mathematics (Mellin-Olsen), people's mathematics (Julie) dan mathematics codifies in know-how (Ferreire).

Dengan demikian, pendidikan matematika di sekolah sesungguhnya tidak dapat dilepaskan dari berbagai fenomena kebudayaan yang melingkupinya. Indra Jati Sidi dalam (Harian Media Indonesia, 2002) menandakan, bahwa pendidikan tidak hanya berorientasi pada nilai akademik yang bersifat pemenuhan aspek kognitif saja, melainkan juga berorientasi pada cara anak didik dapat belajar dari lingkungan, pengalaman dan kehebatan orang lain, kekayaan dan luasnya hamparan alam sehingga mereka bisa mengembangkan sikap kreatif dan daya pikir imajinatif.

Berdasarkan uraian tentang kearifan lokal yang harus dihormati serta beberapa hasil studi di atas, dapat dikembangkan matematika kontekstual berkearifan lokal sebagai basis pembelajaran, berturut-turut untuk menanamkan konsep peluang dan statistika, geometri, bilangan, dan aritmetika sosial. Harapan dari tulisan ini, dapat bermanfaat bagi pendidik di Maluku Utara sebagai dasar untuk perancangan model-model pembelajaran dengan konsep matematika yang sesuai.

3. PEMBAHASAN

3.1. Profil Kearifan Lokal

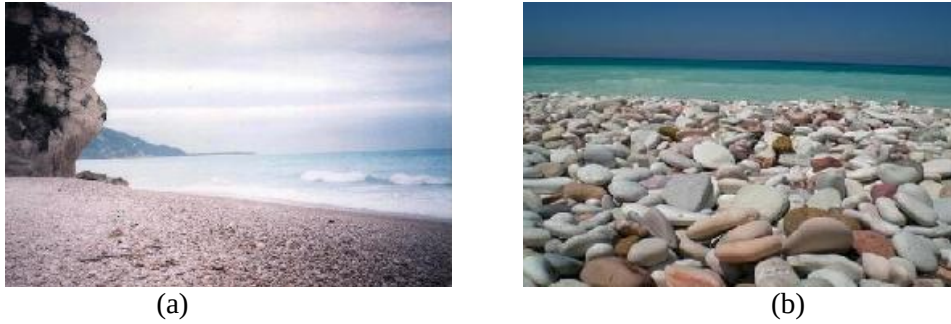
Batu Bacan

Bacan adalah salah satu nama desa yang terletak di bagian selatan pulau Halmahera. Desa Bacan berjarak 80 km dengan waktu tempuh $\pm 3,5$ jam perjalanan darat dari Sabaleh dan berjarak 130 km dengan waktu tempuh 5 jam perjalanan darat dari Bacan. Desa Bacan memiliki bagian pantai yang menghadap ke Samudera Hindia. Pantai ini dipenuhi dengan batu-batu yang indah yang kemudian dinamakan batu Bacan.

Menurut bahasa setempat, bacan berarti burung dan bano berarti giring-giring sehingga bacan berarti burung giring-giring. Setidaknya ada dua versi cerita rakyat tentang nama Bacan. Pertama, seorang raja kesultanan yang menamakan Bacan setelah melihat burung giring-giring yang banyak melintasi tempat tersebut. Kedua, di wilayah tersebut terdapat banyak burung pipit (kolsain) yang jika sedang makan akan mengeluarkan suara mirip burung giring-giring.

Batu bacan adalah nama batu-batuan yang berasal dari pantai Bacan yang terletak di desa Bacan. Berbeda dengan umumnya sebuah pantai, maka pantai Bacan dipenuhi oleh batu-batuan berbentuk bulat, lonjong atau lempeng, namun mayoritas berbentuk lempeng dan menyerupai elips. Masyarakat setempat menggolongkan ukuran batu ke dalam tiga kategori berdasarkan panjang sumbunya. Batu ukuran kecil memiliki ukuran sumbu 0,4 sampai 1 cm, ukuran sedang 2,5 sampai 4 cm dan ukuran besar 3,5 sampai 9,5 cm. Batu bacan dapat ditemukan dalam beberapa macam di mana warna yang dominan adalah merah bata, hitam, krem dan putih. Keindahan batu bacan menjadikan batu ini sebagai sumber pencaharian masyarakat di sana.

Sejak tahun 1970-an masyarakat sudah mulai menambang batu-batuan di pantai Bacan namun penambangan batu secara resmi dimulai pada tahun 1980-an. Masyarakat setempat menjadi pengumpul batu, menjualnya ke penampung dengan harga sekitar Rp 30.000 per karung (± 50 kg) dan selanjutnya dijual ke luar wilayah Halmahera. Di kota besar seperti Surabaya dan Jakarta, batu bacan dijual dengan harga sekitar Rp 100.000 per kantong plastik (± 5 kg). Batu-batu ini dijadikan penghias taman, lantai, dinding untuk rumah maupun kantor.



Gambar 1. Pantai Bacan: (a) pemandangan di pantai dan (b) bebatuan di pantai

Buah Kenari

Buah kenari adalah salah satu mata pencaharian masyarakat Maluku Utara. Buah kenari dapat ditemukan dalam beberapa macam di mana warna yang dominan adalah biru muda dan biru tua, hijau muda dan hijau tua serta hijau-kecoklatan. Selain itu, buah kenari terdiri dari bagian luar (kulit) dan bagian dalam (biji atau isi). Bagian luar (kulit) memiliki fungsi sebagai bahan bakar saat memasak, penghias dinding maupun sebagai bahan pupuk tanaman. Bagian dalam (biji atau isi) mempunyai multi fungsi diantaranya membuat macam-macam jenis kue kenari, sambal makanan, air jahe maupun petani lainnya langsung memasarkan biji kenari kepada pedagang-pedagang di daerah Maluku Utara dengan harga Rp 150.000 per kilogram dan selanjutnya dijual ke luar wilayah Maluku Utara seperti Manado, Makasar, Surabaya dan Jakarta dengan harga Rp 250.000 per kilogram.

Kue kenari adalah mata pencaharian bagi pedagang di Maluku Utara. Jika biji kenari dikonversi menjadi kue kenari yang biasa disebut “macron” dengan perbandingan 1 kilogram biji kenari dapat menghasilkan 480 bungkus macron setiap hari. Setiap bungkus berisi 20 macron, dijual dengan harga Rp 35.000 per bungkus dan rata-rata setiap hari dapat terjual 500 bungkus macron. Berdasarkan perhitungan di atas maka setiap pedagang kue kenari mempunyai penghasilan sebesar Rp 17.500.000 per hari. Penghasilan tersebut sangat potensial menjadi lebih besar bila dibandingkan dengan menjual biji kenari. Jadi, buah kenari menjadi sumber penghasilan dan perekonomian sebagian besar orang Maluku Utara.



Gambar 2. Buah Kenari

Anyaman

Anyaman termasuk hasil karya seni yang ada di banyak tempat termasuk di Halmahera. Kegiatan menganyam telah ada sejak dulu kala dan diwariskan turun-temurun. Anyaman dibuat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan benda-benda yang berfungsi sebagai tali, alas tempat tidur, penampung bahan makanan, nyiru, kipas api, alas kaki maupun tutup kepala. Bahan dasar untuk anyaman umumnya dedaunan yang lembut dan mudah dibentuk, di antaranya daun pandan, daun pohon kelapa atau daun pohon lontar. Hasil anyaman yang lebih tahan lama dan lebih mahal biasanya menggunakan rotan. Pekerjaan menganyam biasanya dilakukan oleh perempuan sedangkan persiapan bahan dilakukan oleh laki-laki.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3. Jenis-jenis anyaman: (a) tikar, (b) nyiru, (c) kipas, (d) bakul dan (e) topi

Rumah Bulat

Rumah bulat adalah rumah tinggal masyarakat adat di Halmahera Timur. Sebutan rumah bulat adalah terjemahan dari bahasa setempat yang menyebutkannya *ume kbubu*. Kadang-kadang disebut juga *ume bife* (rumah perempuan) karena sebagian besar kegiatan dari perempuan berlangsung di sana. Ada juga rumah bulat untuk tempat pertemuan (*lopo*) yang diperuntukkan bagi laki-laki (*ume atoni*) mengadakan pertemuan. Rumah bulat berstruktur kayu dan bagian luar ditutupi alang-alang. Rumah bulat berbentuk bulat atau kadang-kadang mengerucut dengan akses satu pintu setinggi sekitar 1 meter. Rumah bulat memiliki tinggi sekitar 6-8 meter dan diameter alas sekitar 3-5 meter. Rumah adat masih banyak dijumpai di desa-desa sedangkan di wilayah yang lebih maju rumah bulat berfungsi sebagai simbol adat.

Rumah bulat terdiri dari bagian dalam (*nanan*) dan bagian luar (*sulak*). Bagian dalam dibagi menjadi dua bagian yaitu loteng dan bagian bawah. Loteng berfungsi sebagai gudang makanan, baik disimpan dengan cara disebar maupun digantung. Bagian bawah berfungsi sebagai tempat memasak, kamar tidur dan tempat menyimpan barang-barang. Terdapat pula balai-balai (*panatetu*) yang tingginya 1 meter dari tanah sebagai tempat melaksanakan upacara adat. Sedangkan bagian luar (*sulak*) berfungsi sebagai tempat untuk menerima dan menjamu tamu.



(a)



(b)

Gambar 4. Rumah bulat: (a) sudah dihuni dan (b) dalam proses pembuatan

Bubungan rumah bulat mempunyai arti tersendiri. Bagi suku Moro, bubungan rumah disesuaikan dengan marga pemiliknya. Misalnya memiliki bubungan rumah marga Kase berbentuk bulat seperti bentuk dasar perahu atau palungan terbalik (*pen noe*) sedangkan bubungan rumah marga Toto, Tanesib, Kono dan Oematan berbentuk bulat menyerupai konde dan terdapat sebilah papan menancap di atasnya, dengan maksud semua bahan bersatu padu dan kondanya melambangkan yang berhak naik di atas loteng hanya perempuan.

Iris tuak

Tuak adalah bahasa Halmahera untuk lontar. Menurut Fox (1996) pohon lontar yang berada di Maluku Utara termasuk tumbuhan palem-paleman golongan *borassus* yang ditegaskan sebagai *borassus flabellifer*. Lontar yang merupakan bahasa melayu dalam kepustakaan Belanda mengenai Indonesia, dikenal dengan beberapa nama. Portugis menamakan palmeira, yang dalam bahasa Inggris disebut palmyra. Di dalam negeri dikenal dengan nama siwalan atau *ental* atau *tal* (Jawa), *lonta* (Minangkabau), *Juntal* (Sumbawa), *Rontal* (Bali), *Menggitu* (Sumba Timur), *kori* atau *koli* (Flores), *tala* (Makasar), *manjangan* (Madura, untuk lontar jantan) dan *ta'al* atau *ta'alan* (Madura untuk lontar betina), *duwe* (Sabu), *tua* (Timor dan Rote). Di pulau Halmahera, "*tua*" lebih dikenal dengan istilah "*pohon tuak*". Istilah ini lebih dikenal karena pohon ini dapat menghasilkan minuman keras yang disebut tuak.

Iris tuak adalah aktivitas mengambil air tuak dari pohonnya. Iris tuak di pulau Halmahera berlangsung sepanjang musim panas, rata-rata dimulai bulan Maret/April sampai Agustus. Beberapa petani mengatur panen tuak sedemikian rupa sehingga masa panen bisa sampai bulan Desember.

Untuk menggambarkan pohon lontar, Nurdin (2010) menuliskan sebagai berikut: "lontar adalah pohon palem yang sangat besar, berbatang tunggal, besar pada dasarnya, tumbuh lurus ke atas, berakar serabut, berjenis kelamin ganda, yakni jantan dan betina, yang masing-masing dikenal dengan nama ponon lontar jantan dan pohon lontar betina. Pohon lontar memiliki daun yang berbentuk kipas dan tangkai daunnya tebal yang tepinya berduri. Pohon lontar yang sudah tua memiliki tinggi yang mencapai 25 sampai 30 meter dengan garis tengah 60 sampai 90 cm. Selain daun, di puncak pohon lontar tumbuh mayang-mayang yang besar dan bercabang. Pada mayang lontar jantan tumbuh tunas-tunas berbentuk bulat dan panjangnya dapat mencapai 30 cm, yang tumbuh bunga-bunga kecil. Pada mayang lontar betina menghasilkan tandan-tandan yang pada akhirnya tumbuh buah-buah. Buahnya berbentuk bulat dan berkulit halus, kehitam-hitaman, terdiri dari tiga biji yang semuanya terbungkus sabut. Dari kedua jenis mayang tersebut, dapat disadap nira yang manis". Berikut ini adalah gambar pohon lontar.



Gambar 5. Pohon lontar: (a) Pohon dan (b) Seorang bapak sedang memanjat pohon lontar

Hasil utama dari pohon lontar adalah nira yang disadap dari mayang untuk menghasilkan minuman segar, minuman keras, dapat dibuat gula air maupun gula batu (gula lempeng). Dari batangnya dihasilkan kayu untuk berbagai keperluan seperti bahan bangunan dan untuk keperluan rumah tangga. Buahnya bisa dimakan atau dibiarkan jatuh ke tanah menjadi makanan hewan. Tangkai daunnya yang keras dapat dijalin untuk dapat dimanfaatkan dalam pembuatan pagar yang sangat bagus, dapat dijadikan dinding pemisah dalam rumah, atau diambil seratnya dan dibuat tali pengikat yang kuat, dan untuk kayu bakar untuk memasak. Daun pohon lontar dapat dianyam untuk membuat tempat penyimpanan seperti bakul, nyiru, atap rumah, sebagai kertas pembungkus tembakau untuk rokok, haik untuk menampung nira, serta dianyam menjadi topi khas orang Halmahera. Jadi, pohon lontar menjadi sumber hidup orang Halmahera dan menjadi dasar perekonomian sebagian besar orang Maluku Utara.



(a)



(b)

Gambar 6. Mayang dan buah pohon lontar:**(a) Mayang pohon lontar jantan dan (b) Buah pohon lontar betina**

Pada musim panen, setiap petani lontar menyadap 10 sampai 25 pohon lontar, sehari bisa satu sampai dua kali. Menurut perhitungan (Fox, 1996 dalam Nurdin, 2010: 49), sebatang pohon dengan lima mayang dapat menghasilkan kira-kira 6,7 liter nira tiap hari atau 47 liter seminggu, sedangkan pohon dengan satu mayang masih menghasilkan 2,25 liter nira sehari atau lebih dari 15 liter seminggu. Sekurang-kurangnya, sebatang pohon dengan satu mayang yang produktif, menghasilkan 67,5 liter nira dalam sebulan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Aktivitas petani:**(a) Nira disadap, (b) Nira ditampung pada haik dan (c) Gula lempeng**

Nira adalah bahan utama untuk membuat gula cair maupun gula lempeng. Jika nira dikonversi menjadi gula dengan perbandingan 6 liter nira menjadi 1 liter gula cair, maka satu pohon lontar dapat menghasilkan 10 liter gula cair selama sebulan. Pada musim panen 5 liter gula cair dijual dengan harga Rp 25.000 dan dapat dihitung nilai ekonomis satu pohon lontar pada satu musim yaitu sekitar Rp 50.000. Berdasarkan perhitungan di atas maka seorang petani yang memiliki 10 pohon nira akan mempunyai penghasilan potensial Rp 500.000 per bulan. Penghasilan potensial menjadi lebih besar apabila nira diolah menjadi gula lempeng.

3.2. Aplikasi Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Matematika

Penggunaan kearifan lokal dalam pembelajaran matematika akan mempermudah pemahaman konsep. Kearifan lokal yang sudah dikenal oleh peserta didik akan berfungsi sebagai media penyampaian konsep di dalam matematika. Interaksi yang ada antara peserta didik, kearifan lokal dan konsep matematika akan menghasilkan pemahaman yang lebih baik dan diharapkan akan mempunyai waktu retensi lebih lama di kepala peserta didik. Dengan demikian pembelajaran menjadi lebih mudah.

Selain kelebihan di atas, pemanfaatan kearifan lokal juga dapat membantu pelestarian nilai-nilai kultur yang ada pada masyarakat setempat. Pemanfaatan kearifan lokal akan meningkatkan pengetahuan tentang konteks tersebut. Selanjutnya peserta didik akan lebih menghargai kearifan lokal yang ada. Kearifan lokal yang dipilih adalah batu bacan, buah kenari, anyaman, rumah bulat

dan iris tuak. Konsep lokal tersebut memiliki karakteristik yang memungkinkannya dimanfaatkan untuk pembelajaran konsep dasar matematika.

Batu bacan dan buah kenari yang beraneka ragam bentuk, ukuran maupun warna sangat baik digunakan untuk pembelajaran peluang dan statistika. Konsep dasar operasi bilangan bulat dan konsep peluang yang meliputi kaidah pencacahan, sifat-sifat peluang, permutasi dan kombinasi dapat dijelaskan menggunakan batu bacan. Pengolahan, penyajian dan penafsiran data juga dimungkinkan menggunakan batu bacan dan buah kenari untuk peragaan. Tabel 1 memberikan detail konsep yang bisa dijelaskan menggunakan batu bacan dan buah kenari.

Tabel 1. Topik matematika yang sesuai dengan bagian dari batu bacan

Topik matematika	Bagian yang digunakan
Operasi bilangan bulat	Sejumlah batu dan buah kenari dikumpulkan, kemudian dipartisi menurut salah satu kriteria dari warna, ukuran, dan bentuk
Kaidah pencacahan	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, diklasifikasikan menurut salah satu kriteria dari warna, ukuran, bentuk
Penyajian data	Ukuran batu dan buah kenari yang berbeda sebagai satuan jumlah tertentu data
Aturan perkalian	Minimal dua macam batu dan buah kenari, misalnya warna-ukuran, warna-bentuk, ukuran-bentuk atau warna-ukuran-bentuk
Permutasi	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, diklasifikasikan menurut salah satu kriteria dari warna, ukuran, bentuk
Kombinasi	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, menurut salah satu kriteria dari warna, ukuran, bentuk
Ruang sampel	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, menurut salah satu kriteria dari: warna, ukuran, bentuk
Peluang sederhana	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, menurut salah satu kriteria dari: warna, ukuran, bentuk
Peluang majemuk	Batu dan buah kenari sejumlah tertentu, menurut beberapa kriteria dari: warna, ukuran, bentuk

Aktivitas membuat anyaman juga dapat dipakai untuk pembelajaran bilangan dan pengukuran. Aktivitas membuat anyaman seperti menghitung banyaknya bahan baku yang digunakan, proses menganyam dan hasil anyaman dapat dipakai untuk menjelaskan bilangan, pengukuran, waktu dan geometri. Tabel berikut ini memberikan detail konsep yang bisa dijelaskan menggunakan anyaman.

Tabel 2. Topik matematika yang sesuai dengan bagian dari anyaman

Topik matematika	Bagian yang digunakan
Mengukur panjang	Bahan dasar daun pandan, daun lontar/kelapa, rotan
Mengukur keliling	Bahan dasar daun pandan, daun lontar/kelapa, rotan
Menghitung luas daerah	Permukaan hasil anyaman
Menghitung volume	Bakul dan sejenisnya
Bilangan	Proses menyusun bahan dasar, proses menganyam
Waktu	Proses menganyam
Perbandingan	Waktu dan hasil anyaman

Rumah bulat dapat dipakai untuk menjelaskan geometri dan pengukuran. Bagian-bagian rumah bulat, seperti bagian luar, tiang, loteng dan balai-balai dapat menjadi media yang bisa menjelaskan konsep-konsep pada bangun datar dan bangun ruang serta pengukuran dan penaksiran. Tabel 3. berikut ini memberikan detail konsep yang bisa dijelaskan menggunakan rumah bulat.

Tabel 3. Topik matematika yang sesuai dengan bagian dari rumah bulat

Topik matematika	Bagian yang digunakan
Lingkaran	Pondasi Rumah Bulat
Kubus	Tiang penyangga loteng
Bidang datar persegi	Alas loteng
Limas persegi	Ruang loteng
Kerucut	Kerangka atap
Parabola	Bagian luar rumah
Titik dan garis	Empat lubang tiang penyangga, batu penyusun pondasi rumah
Kedudukan garis	Tiang penyangga, kerangka rumah

Aktivitas iris tuak dapat dipakai untuk pembelajaran. Mulai dari mempersiapkan peralatan, waktu memanjat dan mengiris mayang, banyaknya hasil panen (nira), pembuatan gula dari nira dan penjualannya adalah aktivitas yang dapat dipakai untuk menjelaskan banyak hal dalam matematika seperti waktu, pengukuran dan aritmetika sosial. Tabel berikut ini memberikan detail konsep yang bisa dijelaskan menggunakan iris tuak.

Tabel 4. Topik matematika yang sesuai dengan bagian dari iris tuak

Topik matematika	Bagian yang digunakan
Waktu	Waktu yang dibutuhkan untuk ke ladang, memanjat, penyiapan, turun dari pohon, memasak gula air, memasak gula lempeng, daya tahan nira
Perbandingan	Banyaknya mayang, nira menjadi gula air, nira menjadi gula lempeng, harga, proses pembuatan
Jual-beli	Proses jual beli gula air, gula lempeng
Untung/rugi	Proses jual beli gula air, gula lempeng
Diskon	Proses jual beli gula air, gula lempeng

4. KESIMPULAN

Makalah ini mengangkat penggunaan beberapa kearifan lokal pada pembelajaran matematika di sekolah untuk masyarakat di provinsi Maluku Utara. Kearifan lokal yang diangkat adalah batu bacan, buah kenari, anyaman, rumah bulat dan iris tuak untuk materi matematika tentang bilangan, geometri, pengukuran dan waktu. Kearifan lokal dipakai untuk memberi makna pada pembelajaran matematika agar mudah dipahami dan dikembangkan. Oleh karena itu penggunaan matematika kontekstual diharapkan dapat meningkatkan prestasi akademik dan mampu menggunakan matematika di dalam kehidupannya.

Sejauh ini sekolah-sekolah yang ada di Maluku Utara belum menggunakan kearifan lokal yang disebutkan di atas untuk pembelajaran matematika sehingga disarankan untuk mulai mendesain model pembelajaran matematika yang menggunakan kearifan lokal dan mengaplikasikannya di dalam kelas. Mata pelajaran lain juga bisa menggunakan kearifan lokal. Pembelajaran dapat pula didesain model pembelajaran terpadu ataupun pembelajaran aktif yang mendorong peserta didik kreatif dalam berpikir maupun beraktivitas.

Indonesia sangat kaya dengan kebudayaan dan bahan lokal. Pembelajaran di sekolah dianjurkan menggunakan kearifan lokal dengan memperhatikan level pendidikan, kedalaman materi ajar dan ketersediaan kearifan lokal yang bisa dimanfaatkan.

Dengan mengembangkan pembelajaran matematika berkearifan lokal, siswa-siswa di Provinsi Maluku Utara akan memiliki pemahaman yang komprehensif: matematika yang dipelajari sesungguhnya memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan kehidupan sehari-hari. Kearifan lokal berupa batu bacan, buah kenari, anyaman, rumah bulat dan iris tuak sebagai produk keunggulan lokal yang sesungguhnya memiliki desain yang sangat matematis sehingga akan menumbuhkembangkan rasa memiliki budaya lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Barta, Jim and Shockey, Tod. 2006. The Mathematical Ways of an Aboriginal People: The Northern Ute. *The Journal of Mathematics and Culture*, Vol.1 No.1, pp.79-89.
- D'Ambrosio, Ubiratan. 2006. The Program Ethnomathematics: A Theoretical Basis of the Dynamic of Intra-Cultural Encounters. *The Journal of Mathematics and Culture*. Vol.1 No.1, pp.1-7.
- De Lange, J. 1987. *Mathematics, Insight and Meaning*. Utrecht: OW & OC.
- Depdiknas (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Depdiknas, (2007). *Undang-Undang Guru dan Dosen Nomor 14 Tahun 2005 tentang Sertifikasi*, Jakarta: Dikti
- Edmund, S dan Letely, J. 1973. *Environmental Administration*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Ernest, P. 1989. The impact of beliefs on the teaching of mathematics, In P Ernest (Ed). *Mathematics teaching: The state of the art*. London, England: Falmer Press.
- Ezeife, Anthony N. 2002. Mathematics and Culture Nexus: The Interactions of Culture and Mathematics in an Aboriginal Classroom. *International Education Journal* Vol.3 No.3, 2002, pp.176-187.
- Freudenthal, H. 1991. *Revisiting Mathematics Education*. Dordrecht: D. Reidel Publishing, Co.
- Gilsdorf, Thomas E. 2009. Mathematics of the Hñähñu: the Otomies. *The Journal of Mathematics and Culture*, Vol.4 No.1, pp.84-105.
- Umar, Wahid. 2008. Penggunaan Strategi "Matematika-Lingkungan" dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar Daerah Terpencil (Kasus di Kabupaten Halsel). *Laporan Penelitian*. LP2M Unkhair Ternate.
- Harian Media Indonesia, 28 Juni 2002
- Harding, DeKam. 2007. Model Belajar dan Pembelajaran Matematika SD di Tidore Kepulauan. *Laporan Penelitian*. Ternate: FKIP Ternate.
- Ife, Jim dan Tesoriero, Frank. 2006. *Community Development: Alternatif Pengembangan Masyarakat di Era Globalisasi*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Koentjaraningrat. 2003. *Pengantar Antropologi Jilid 1*, cetakan kedua, Jakarta: Rineka Cipta.
- Lester, FK and Kehle, PE. 2003. From problem solving to modeling: The evolution of thinking about research on complex mathematical activity, In Lesh, R and Doerr, HM (Eds). *Beyond Constructivism, Models, and Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Malikson, D.L. and Nason, J.W. 1989. *Global Environment Monitoring System Global Fresh-water Quality: A First Assessment*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- Munkacsy, K. (2011). *Social Skills and Mathematics Learning*. Budapest: Eotvos University. [Online]. Tersedia: <http://people.exeter.ac.uk>. [20 November 2012]
- Nuridin, Armain. 2010. *Pemanfaatan Tenunan dan Iris Tuak untuk Topik Bilangan, Waktu, Perbandingan dan Aritmetika Sosial di Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara*. *Laporan Penelitian*. Unkhair: Bantuan DIPA Dikti.
- Nurhadi (2004). *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Penerbit Universitas Negeri Malang. Malang
- Orey, Daniel dan Rosa, Milton. 2004. Ethnomathematics and the teaching & learning mathematics from a multicultural perspective, in *IV Festival Internacional de Matemática, San José Costa Rica 2004*
- Pelly, Usman dan Menanti, Asih. 1994. *Teori-teori Sosial Budaya*. Jakarta: Proyek P&PMTK Dirjen PT. Depdikbud.

- Permendiknas Nomor 20 tahun 2003. Tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta: Dikti
- , Nomor 6 tahun 2007. Tentang Standar Isi dan Standar Kompetensi. Jakarta: Dikti
- Schoenfield, AH. 1992. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics, In DA Grows (Ed). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. NCTM. New York: Macmilan Publishing Company.
- Sternstein, Martin. 2008. Mathematics and the *Dan* Culture. *The Journal of Mathematics and Culture* , Vol.3 No.1, pp.2-13.
- Suherman, E. (2012). Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Matematika (<http://educare.e-fkipunla.net> diakses tanggal 13 Pebruari 2012).
- Sumardyono. 2004. *Karakteristik Matematika dan Implikasinya terhadap Pembelajaran Matematika. Paket Pembinaan Penataran*. Yogyakarta: PPPG Matematika.

PENGUNAAN STRATEGI PETA KONSEP PADA PERKULIAHAN ALJABAR LINIER

Rahayu Kariadinata

Prodi Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Bandung
rahayu_kariadinata@yahoo.co.id.

ABSTRAK

Konsep Aljabar Linier terdiri dari aturan-aturan dan definisi serta prosedur. Pada umumnya mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep Aljabar Linier. Dosen pengampu mata kuliah ini dituntut untuk mencari berbagai strategi yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa. Peta konsep merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan dosen dalam perkuliahan Aljabar Linier. Melalui strategi peta konsep mahasiswa dituntut untuk mengidentifikasi ide-ide kunci yang berhubungan dengan suatu topik dan menyusun ide-ide tersebut dalam suatu pola logis. Misalnya pada topik kebebasan linier ide kuncinya berkaitan dengan sistem persamaan linier (SPL) homogen, sehingga mahasiswa harus mengetahui bahwa SPL homogen selalu punya himpunan jawab yaitu trivial dan non-trivial. Selanjutnya dalam menyelesaikan SPL homogen tersebut berbagai cara dapat dilakukan diantaranya melalui operasi baris elementer atau tanpa memecahkan sistem tersebut tetapi cukup dengan memperlihatkan nilai determinan dari matriks koefisiennya. Trivial dan non-trivialnya dari suatu pemecahan SPL homogen saat berkaitan dengan teorema yang menyatakan bahwa jika suatu SPL homogen dengan lebih banyak bilangan takdiketahui daripada persamaan selalu mempunyai takhingga banyaknya pemecahan. Melalui peta konsep dosen dapat mengetahui apa yang telah diketahui oleh mahasiswanya dan dapat membantu mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya. Dalam tulisan ini akan dibahas bagaimana peta konsep dapat membantu mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya.

Kata kunci : Peta konsep

1. Pendahuluan

Mata kuliah Aljabar Linier merupakan mata kuliah wajib di prodi Pendidikan Matematika dengan bobot 3 satuan kredit semester (sks). Mata kuliah ini sangat terkait dengan mata kuliah yang lain, misalnya Program Linier dan Struktur Aljabar. Melalui mata kuliah Aljabar Linier mahasiswa diberi kesempatan untuk mengenal berbagai sistem linier dan pemecahannya. Mahasiswa akan memperoleh kesempatan untuk bekerja dengan objek selain bilangan, khususnya matriks, vektor dan fungsi, serta memanfaatkan aturan dengan mencantumkan aksioma yang tepat. Aljabar Linier merupakan bagian dari aljabar modern yang banyak digunakan pada bidang-bidang ilmu lain, misalnya teknik, ekonomi, komputer, fisika, kimia, biologi, kedokteran, farmasi dan bidang-bidang lainnya (Setiadji, 2007). Oleh karenanya diperlukan pengetahuan awal dalam mempelajari Aljabar Linier. Beberapa kemampuan awal yang harus dikuasai mahasiswa antara lain, kemampuan tentang aljabar matriks, polinom dan vektor. Konsep baru yang diketahui harus dapat dikaitkan dengan konsep-konsep yang ada dalam struktur kognitif mahasiswa. Hal ini yang dinamakan dengan teknik konstruktivisme, selain itu dalam teori Ausubel menyatakan bahwa faktor yang paling penting yang mempengaruhi pembelajaran adalah apa yang telah diketahui siswa (pengetahuan awal). Pernyataan Ausubel dalam bukunya yang berjudul *Educational Psychology : A Cognitive View* berbunyi :

“The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly” (Dahar, 1988: 117)

Pernyataan Ausubel inilah yang menjadi inti teori belajarnya. Jadi agar belajar bermakna, konsep baru atau informasi baru harus dikaitkan dengan konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitif siswa.

Kenyataan di lapangan pada umumnya mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep Aljabar Linier. Salah satu cara yang dapat dilakukan dosen untuk mengetahui konsep-konsep yang telah dimiliki mahasiswa, supaya belajar bermakna berlangsung dapat dilakukan dengan strategi peta konsep. Melalui strategi peta konsep mahasiswa dituntut untuk mengidentifikasi ide-ide kunci yang berhubungan dengan suatu topik dan menyusun ide-ide tersebut dalam suatu pola logis. Ringkasan dan penyederhanaan topik akan dituangkan dalam suatu gambaran grafis, yang bertujuan untuk memudahkan mahasiswa dalam memahami dan mengingat kembali topik tersebut. Selain itu, strategi peta konsep dapat membantu mahasiswa mengatasi miskonsepsi.

2. Peta Konsep Sebagai Hubungan antar Konsep

Peta konsep adalah jaringan proposisi yang dibuat secara teratur membentuk suatu jalinan antara konsep dengan konsep-konsep lain. Proposisi adalah dua buah label konsep yang dihubungkan dengan kata-kata atau kata-kata penghubung membangun makna tertentu. Selain itu, peta konsep merupakan gambaran konsep-konsep yang saling berhubungan yang di dalamnya terdapat konsep utama dan konsep pelengkap. Konsep pelengkap tersebut diasosiasikan dengan konsep utama sehingga membentuk satu kesatuan konsep yang saling berhubungan. Konsep utama dan konsep pelengkap diperoleh dari bahan bacaan materi tertentu atau dapat diperoleh dan dibangun dari pengalaman-pengalaman di masa lampau yang memberi nilai tambah kebermaknaan dari informasi yang baru (Suhaenah, 2000:94)

Selanjutnya Dahar (1988: 125) mengemukakan ciri-ciri peta konsep sebagai berikut:

- 1) Peta konsep (pemetaan konsep) adalah suatu cara untuk memperlihatkan konsep-konsep dan proposisi-proposisi suatu bidang studi, apakah itu bidang studi fisika, kimia, biologi, matematika dan lain-lain. Dengan membuat sendiri peta konsep mahasiswa “melihat” bidang studi itu lebih jelas, dan mempelajari bidang studi itu lebih bermakna.
- 2) Suatu peta konsep merupakan suatu gambar dua dimensi dari suatu bidang studi atau suatu bagian dari bidang studi. Ciri inilah yang memperlihatkan hubungan proposional antara konsep-konsep. Hal inilah yang membedakan belajar bermakna dari belajar dengan cara mencatat pelajaran tanpa memperlihatkan hubungan antara konsep-konsep.
- 3) Ciri yang ketiga adalah mengenai cara menyatakan hubungan antara konsep-konsep. Tidak semua konsep memiliki bobot yang sama. Ini berarti bahwa ada beberapa konsep yang lebih inklusif dari pada konsep-konsep lain.
- 4) Ciri keempat adalah hirarki. Bila dua atau lebih konsep digambarkan di bawah suatu konsep yang lebih inklusif, terbentuklah suatu hirarki pada peta konsep

Dalam proses pengajaran peta konsep banyak memberikan manfaat (Indarto, 2006:9) , diantaranya:

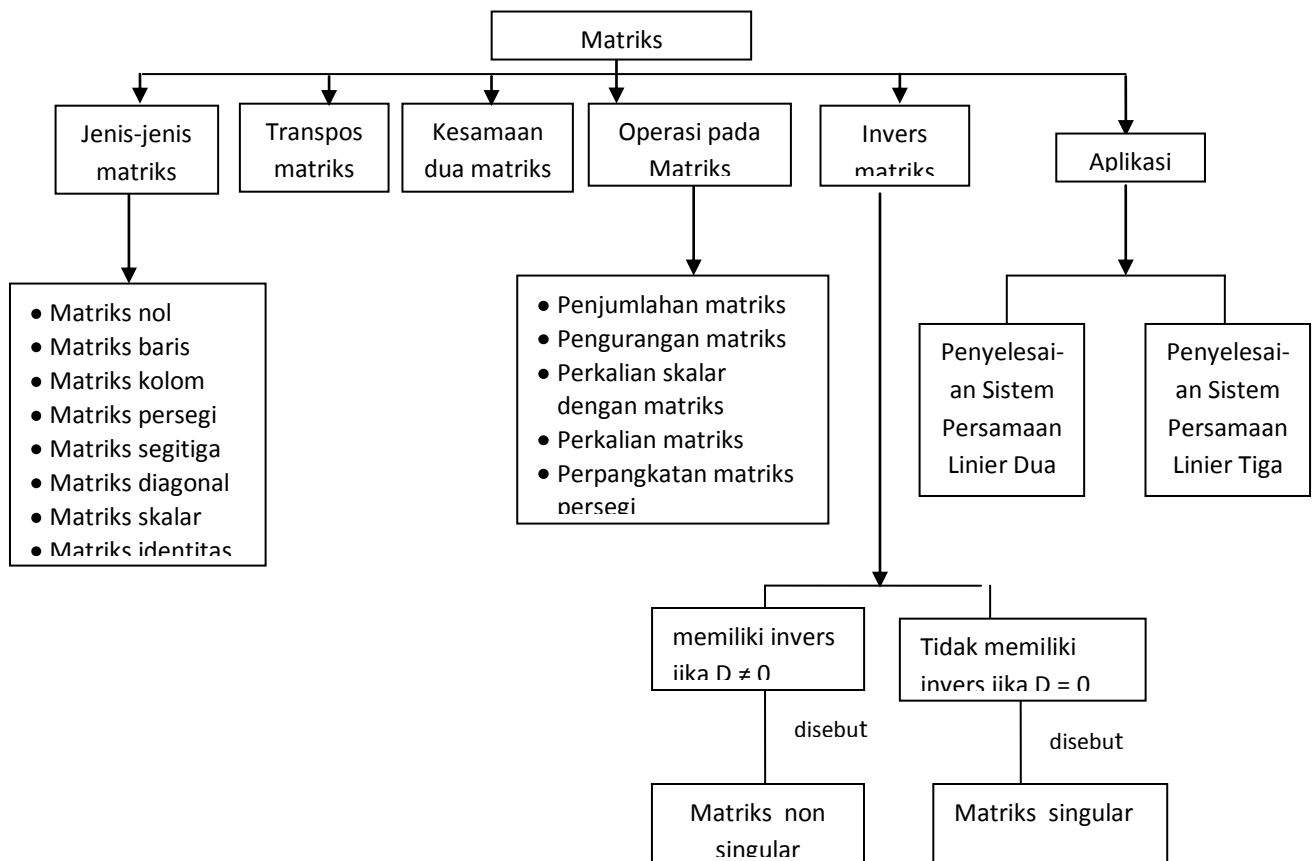
- a) Peta konsep dapat menggambarkan secara akurat semua konsep-konsep dan prinsip-prinsip kunci yang ada dalam kurikulum serta keterkaitan antara konsep dan prinsip tersebut. Hal ini sangat bermanfaat sebagai alat bantu bagi guru dalam menyiapkan perencanaan pengajaran serta evaluasi terhadap siswa
- b) Peta konsep sebagai salah satu alternatif pendekatan terhadap suatu subjek dalam kurikulum yang sangat bermanfaat bagi guru juga bagi penulis buku ajar dalam mendesain buku yang akan ditulis
- c) Peta konsep akan menjadikan kurikulum dari sudut pandang konsep menjadi transparan bagi guru.
- d) Peta konsep akan memudahkan siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam atas suatu konsep tertentu

Melihat kebermanfaatan tersebut jelaslah bahwa peta konsep memegang peranan penting dalam belajar bermakna. Oleh karena itu siswa hendaknya pandai menyusun peta konsep untuk meyakinkan bahwa siswa telah belajar bermakna (Dahar, 1988: 154).

3. Penyusunan Peta Konsep

Untuk menyusun suatu peta konsep, mahasiswa dilatih untuk mengidentifikasi ide-ide kunci yang berhubungan dengan suatu topik dan menyusun ide-ide tersebut dalam suatu pola logis. Penyusunan peta konsep dilakukan dengan membuat suatu sajian suatu visual atau suatu diagram tentang bagaimana ide-ide penting atau suatu topik tertentu dihubungkan satu sama lain. Kadang-kadang peta konsep merupakan diagram hirarki, dan kadang peta konsep itu memfokus pada hubungan sebab akibat. Berikut ini diuraikan langkah-langkah menyusun peta konsep sebagai berikut :

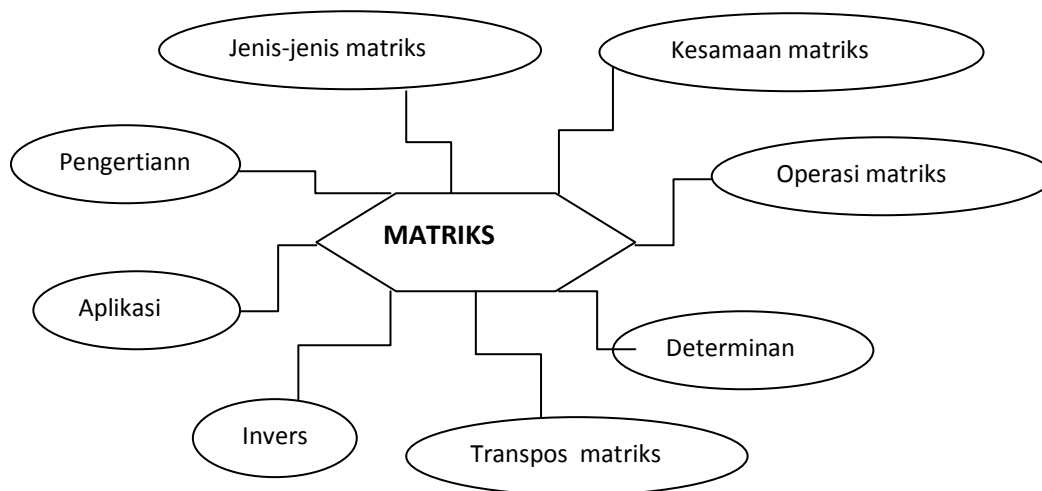
- Memilih suatu bahan bacaan
- Menentukan konsep-konsep yang relevan
- Mengelompokkan (mengurutkan) konsep-konsep dari yang paling inklusif ke yang paling tidak inklusif
- Menyusun konsep-konsep tersebut dalam suatu bagan, konsep-konsep yang paling inklusif diletakkan di bagian atas atau di pusat bagan tersebut.
- Dalam menghubungkan konsep-konsep tersebut dihubungkan dengan kata hubung. Misalnya “merupakan”, “dengan”, “diperoleh”, “meliputi” dan lain-lain. Berikut contoh peta konsep Matriks



Gambar 1. Contoh Peta Konsep Matriks

Hal yang hampir sama dengan peta konsep adalah peta pikiran atau yang lebih dikenal *mind map*. *Mind map* adalah metode mempelajari konsep yang di temukan pada tahun 1970-an oleh Tony Buzan. *Mind map* merupakan cara menempatkan informasi kedalam otak dan mengambil informasi keluar dari otak. *Mind map* adalah cara mencatat yang kreatif, efektif dan secara harfiah akan “memetakan” pikiran-pikiran seseorang (Buzan, 2009: 4). Terdapat perbedaan diantara keduanya, peta konsep memiliki lebih dari satu topik utama dan ada label pada garis hubungan antar konsep, sedangkan peta pikiran memiliki hanya

satu topik utama yang terletak di tengah. Mengapa mulai dari tengah? menurut Buzan (2009:15) memulai dari tengah memberi kebebasan kepada otak untuk menyebar ke segala arah dan untuk mengungkapkan dirinya dengan lebih bebas dan alami. Berikut ini contoh *Mind map* Matriks



Gambar 2. Contoh Mind Map Matriks

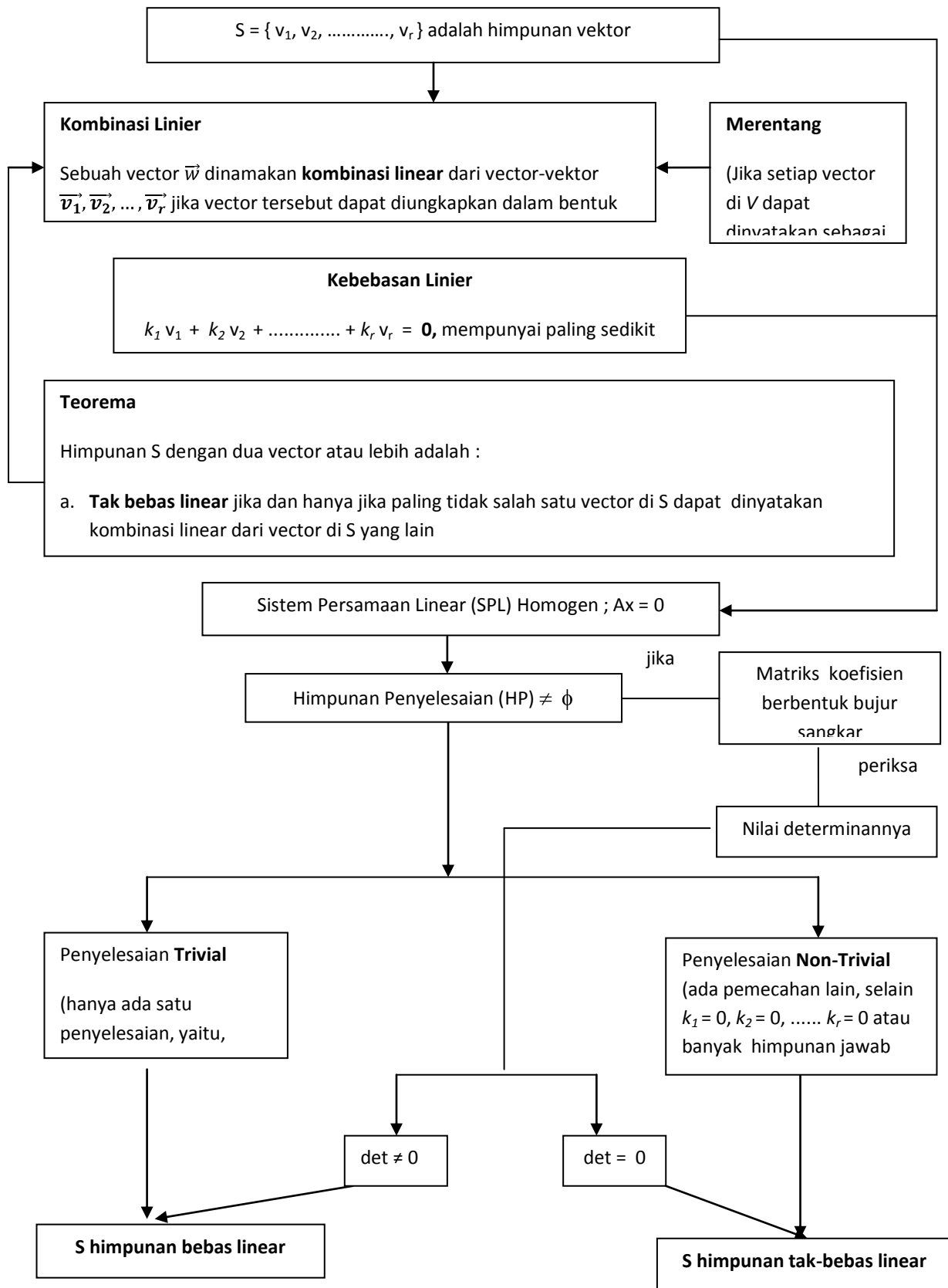
4. Strategi Peta Konsep dalam Perkuliahan Aljabar Linier

Dalam perkuliahan Aljabar Linier, strategi peta konsep dapat digunakan dengan tujuan memberikan gambaran kepada mahasiswa tentang keterkaitan antara konsep tertentu dengan konsep yang telah diterima mahasiswa sebelumnya. Peta konsep digunakan untuk menyatakan hubungan bermakna antara konsep-konsep dalam bentuk proporsi-proporsi. Proporsi-proporsi merupakan dua atau lebih konsep-konsep yang dihubungkan oleh kata-kata dalam suatu unit semantik. Dalam bentuknya yang paling sederhana, suatu peta konsep hanya terdiri atas dua konsep yang dihubungkan oleh satu kata penghubung untuk membentuk suatu proposisi (Dahar, 1988:123)

Hal ini sebagaimana dikemukakan oleh Novak (dalam Indarto, 2006:5) bahwa peta konsep yang ia perkenalkan mempunyai keunggulan dalam menggambarkan jaringan proposisi. Keunggulan tersebut meliputi adanya percabangan konsep yang disebut sebagai diferensiasi progresif yang menunjukkan luasnya pembahasan suatu topik dan hirarki konsep yang menunjukkan kedalaman pembahasan konsep atau posisi diantara berbagai konsep-konsep lain dalam satu topik.

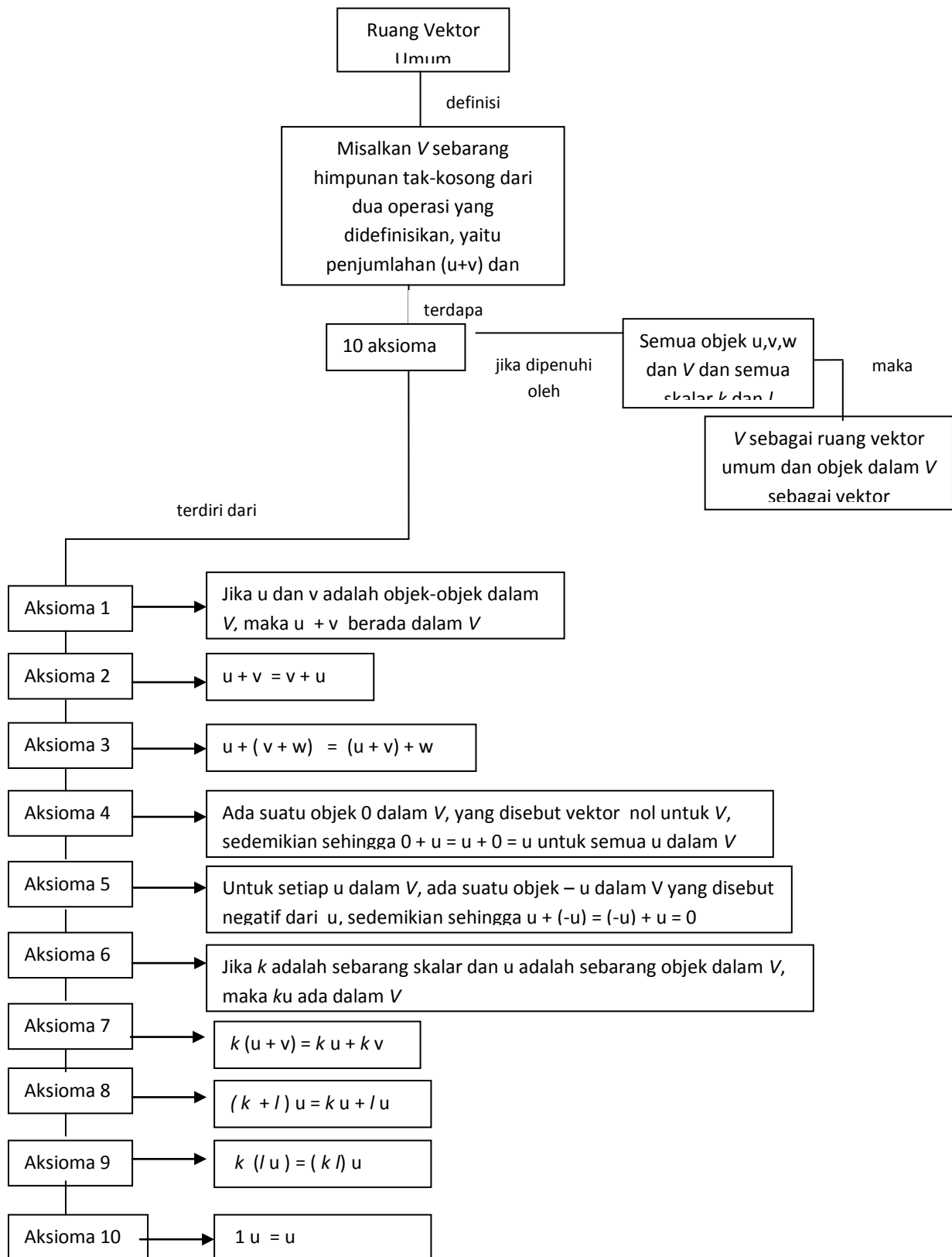
Peta konsep dapat merupakan suatu urutan kejadian, langkah-langkah dalam suatu prosedur atau tahap-tahap dalam suatu proses. Urutan (rantai) kejadian ini mengutamakan suatu kejadian pokok atau kejadian awal yang kemudian mengakibatkan kejadian lain sampai tertuju pada suatu hasil

Misalnya pada topik Kebebasan Linier, untuk menyelesaikan permasalahan kebebasan linier, ide kuncinya berkaitan dengan sistem persamaan linier (SPL) homogen, sehingga mahasiswa harus mengetahui bahwa SPL homogen selalu punya himpunan jawab yaitu trivial dan non-trivial. Selanjutnya dalam menyelesaikan SPL homogen tersebut berbagai cara dapat dilakukan diantaranya melalui operasi baris elementer atau tanpa memecahkan sistem tersebut tetapi cukup dengan memperlihatkan nilai determinan dari matriks koefisiennya. Trivial dan non-trivialnya dari suatu pemecahan SPL homogen saat berkaitan dengan teorema yang menyatakan bahwa jika suatu SPL homogen dengan lebih banyak bilangan takdiketahui daripada persamaan selalu mempunyai takhingga banyaknya pemecahan. Dalam proses penyelesaiannya juga berkaitan dengan teorema kebebasan linier yang melibatkan kombinasi linier dan merentang. Berikut ini peta konsep Kebebasan Linier



Gambar 3. Contoh Peta Konsep Kebebasan Linier

Selanjutnya diperlihatkan peta konsep tentang ruang vektor umum.

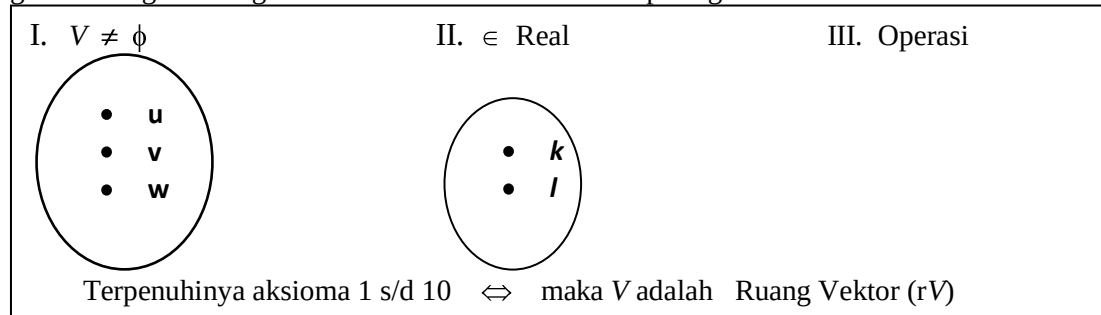


Gambar 4. Contoh Peta Konsep Ruang Vektor Umum

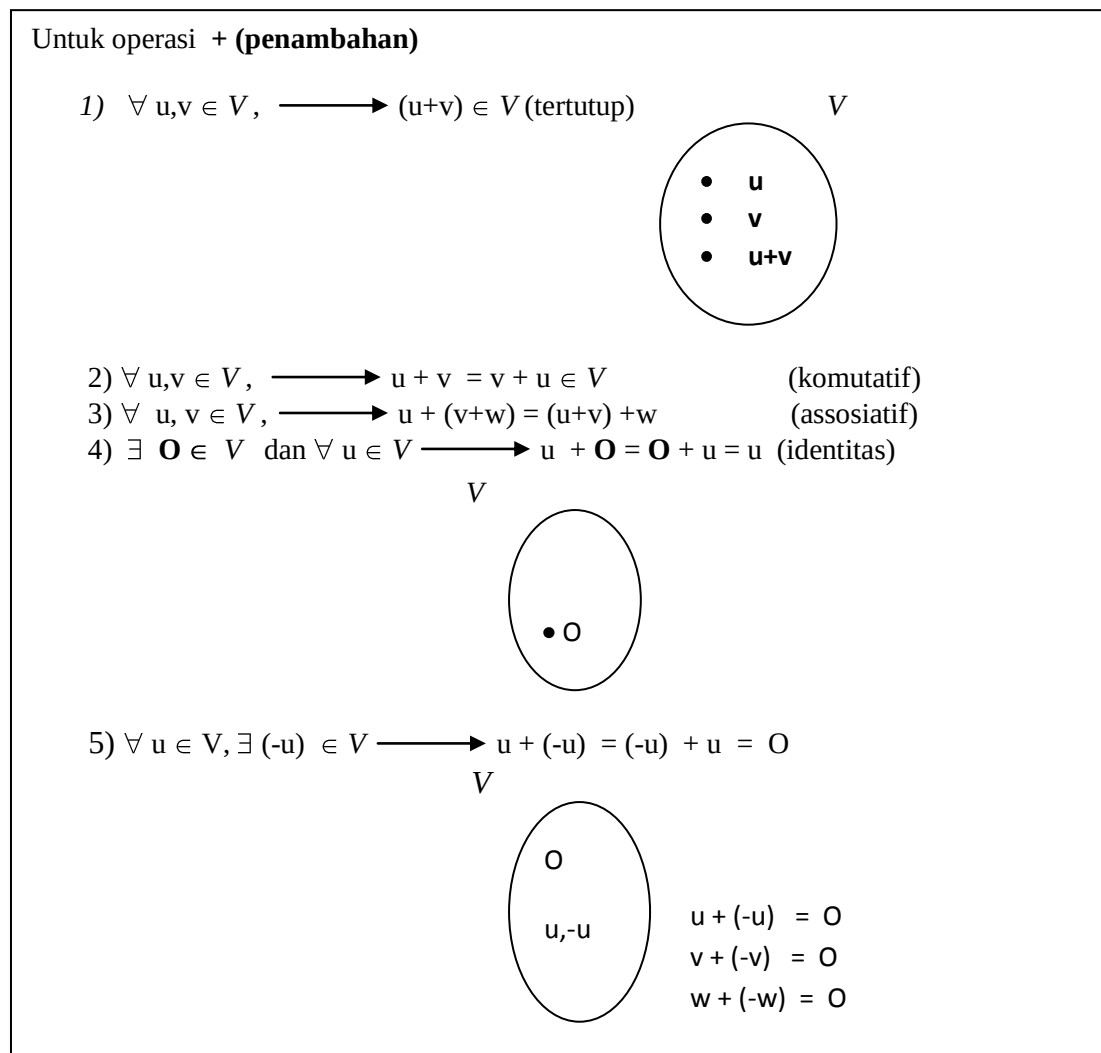
Ide-ide pokok dibuat dalam persegi empat, sedangkan beberapa kata lain dituliskan pada garis-garis penghubung. Garis-garis pada peta konsep menunjukkan hubungan antar ide-ide itu. Kata-kata

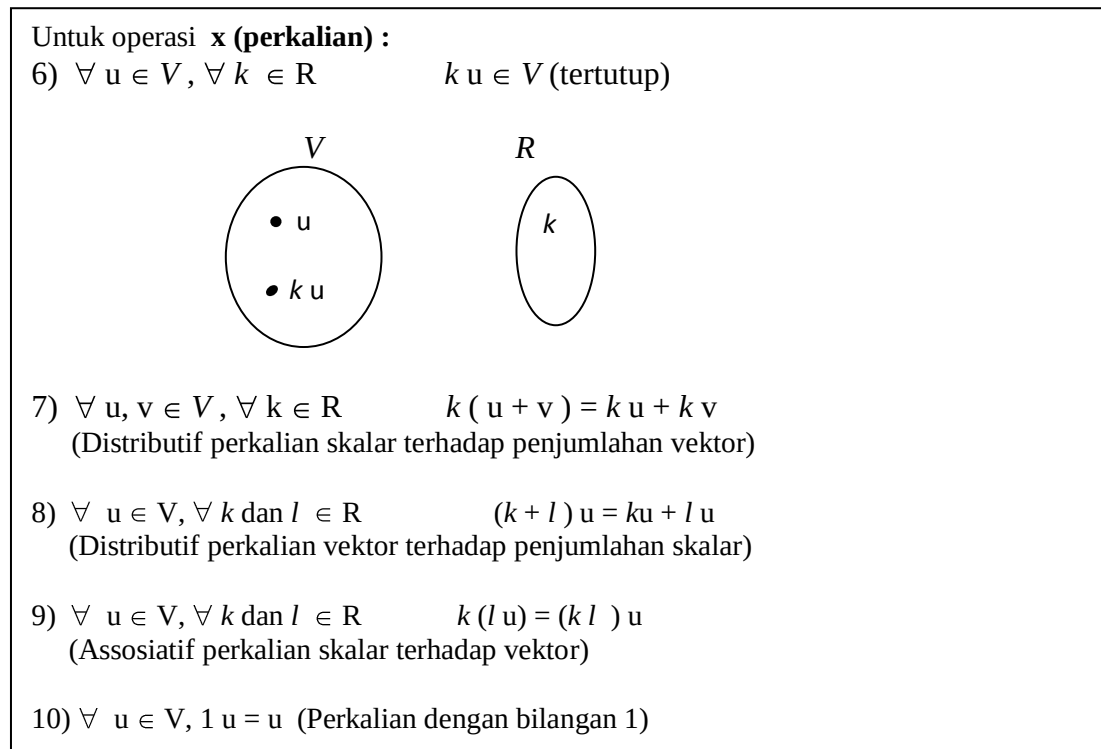
yang ditulis pada garis memberikan hubungan antara konsep-konsep. Hubungan konsep tersebut menunjukkan kedalaman pembahasan konsep atau posisi konsep diantara berbagai konsep-konsep lain dalam satu topik.

Penyusunan peta konsep sangat dipengaruhi oleh pembuat dan cara penyampaian materi yang akan dilakukan pengajar (Indarto, 2006 : 7). Dalam pengembangannya peta konsep dapat dimodifikasi tanpa harus mengikuti hirarki. Sebagaimana dikemukakan oleh Irvine et.al. (dalam Indarto, 2006:7) bahwa membuat peta konsep dalam bentuk gambar atau kumpulan konsep tanpa penghubung. Demikian juga Mas dan Bruce (dalam Indarto, 2006 :7) membuat peta konsep akutansi untuk tujuan pengajaran dengan model yang lebih bebas. Dalam proses pengajaran Mass dan Bruce justru meminta mahasiswa untuk membuat sendiri peta konsep dari materi yang diajarkan, misalnya untuk topik Ruang Vektor Umum mahasiswa dapat mengilustrasikannya dalam bentuk gambar/diagram dengan simbol-simbol matematika seperti gambar di bawah ini.



Aksioma-aksioma :





Gambar 3. Contoh Peta Konsep Ruang Vektor Umum tanpa hirarki dan kata penghubung

5. Penutup

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Melalui peta konsep dosen dapat mengetahui apa yang telah diketahui oleh mahasiswanya dan dapat membantu mahasiswa dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya.
- Dosen dapat memberikan kebebasan kepada mahasiswa untuk mengembangkan pikirannya yang selanjutnya dituangkan ke dalam peta konsep
- Pemetaan konsep merupakan cara belajar yang mengembangkan proses belajar yang bermakna, yang akan meningkatkan pemahaman siswa dan daya ingat belajarnya,
- Dalam pengembangannya peta konsep dapat dimodifikasi tanpa harus mengikuti hirarki,
- Peta konsep dapat dibuat dalam bentuk gambar atau kumpulan konsep tanpa penghubung.

DAFTAR PUSTAKA

- Buzan, Tony (2009). *Buku Pintar Mind Map*. Jakarta : Gramedia
- Dahar, R. W. (1988). *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Erlangga
- Suparno, A. Suhaenah (2000) *Membangun Kompetensi Belajar*. Jakarta : Ditjen Dikti
- Dwi Martani Indarto (2006) . *Rancangan Peta Konsep Akuntansi*. Jakarta: Pusat. Perbukuan, Sekjen Depdiknas RI.
- Setiadji. (2007). *Aljabar Linier*. Yogyakarta : Graha Ilmu

PENGUNAAN METODE PEMBELAJARAN “BDR” (BERPIKIR, DISKUSI, REFLEKSI) PADA MATA KULIAH KAPITA SELEKTA MATEMATIKA SMA 2 DALAM UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN MEMECAHKAN SOAL MATEMATIKA SMA KELAS XI IPA SEMESTER GENAP

Dian Mardiani

STKIP Garut
alfimardiani@yahoo.co.id

ABSTRAK

Metode “BDR” (Berpikir, Diskusi, Refleksi) merupakan bentuk penyajian pembelajaran yang dirancang sebagai campuran dari metode-metode pembelajaran yang sudah baku yang dikenal oleh para guru. Prinsip metode BDR sejalan dengan prinsip CBSA yang telah ada sejak tahun 1979. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa ada tidaknya peningkatan keterampilan memecahkan soal matematika kelas 2 program IPA dengan menggunakan metode BDR. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (PTK) dengan subjek mahasiswa STKIP Garut kelas 2C tahun pelajaran 2011/2012 yang berjumlah 44 mahasiswa. Pelaksanaan tindakan dilakukan sebanyak tiga siklus, setiap siklus dilaksanakan sesuai dengan skenario pembelajaran dan untuk siklus selanjutnya berpedoman pada hasil refleksi siklus sebelumnya. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa lembar observasi, tes, dan angket. Berdasarkan analisa terhadap hasil tes diperoleh kesimpulan bahwa dengan metode BDR terdapat peningkatan keterampilan memecahkan soal matematika kelas XI program IPA, walaupun masih terdapat 22% mahasiswa yang mengalami peningkatan dengan nilai dibawah standar yang ditetapkan.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Pendidikan pada hakekatnya adalah usaha sadar yang dilakukan manusia untuk mengembangkan kemampuan dan kepribadiannya. Salah satu bentuk konkret dari pendidikan tersebut adalah terdapatnya proses belajar mengajar yang melibatkan guru, siswa, materi, dan metode pembelajaran.

STKIP Garut merupakan salah satu perguruan tinggi yang mencetak lulusannya menjadi seorang guru, berusaha untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas. Salah satu jurusannya adalah jurusan pendidikan matematika. Mata pelajaran matematika tingkat pendidikan dasar dan menengah adalah mata pelajaran yang masih dianggap sulit oleh parasiswa sehingga banyak siswatidak menyukainya. Hal ini merupakan tantangan yang besar bagi calon guru matematika untuk mampu menguasai materi dan membelajarkannya kepada siswa. Guru yang menguasai materi dan cara membelajarkannyamemiliki salah satu hal yang dapat menarik parasiswanya untuk menyukai matematika.

Salah satu mata kuliah yang erat kaitannya dengan pelatihan mahasiswa dalam mengajar adalah mata kuliah kapita selekta matematika SMA II. Mata kuliah ini membekali mahasiswa dalam segi materi sehingga pada saat praktik mengajar, mahasiswa lebih percaya diri. Mata kuliah ini tidak sekedar diajarkan di ruang kuliah saja, dosen perlu merangsang mahasiswa untuk mampu belajar mandiri melakukan refleksi dan memikirkan bagaimana mengajarkan siswanya belajar matematika sehingga mahasiswa mau dan diberi kesempatan untuk melatih kemampuan terebut.

Waktu 200 menit dalam satu kali pertemuan dengan subjek belajar mencapai 44 orang, adalah suatu tantangan bagi peneliti. Metode ini dipilih untuk membuat waktu 200 menit tidak menjemukan, bahkan kondusif untuk belajar. Kami ingin menerapkan suatu metode pembelajaran sehingga tidak ditemukan mahasiswa yang mengalami kejenuhan dalam proses belajar tersebut. Metode ini diharapkan pula efektif. Tindakan yang diberikan pada penelitian ini adalah memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memahami teori, melatih keterampilan bermatematika secara mandiri, dan mengkomunikasikan kesulitan yang dihadapi pada sebuah diskusi sampai mahasiswa menyadari bahwa dia telah memahami teori matematika tersebut. Tahap berikutnya mahasiswa diberi waktu untuk melakukan refleksi, bagaimana dia bisa sampai memahaminya. Tahap akhir adalah mahasiswa memikirkan bagaimana cara mengajarkan teori matematika tersebut pada siswa SMA.

Penulis menyebut inidengannama metode BDR (Berpikir, Diskusi, Refleksi). Menurut pemikiran penulis tindakan yang diberikan dalam penelitian ini sesuai dengan hakekat pembelajaran matematika, yaitu matematika tidak bisa diajarkan dengan mentransfer pengetahuan, akan tetapi harus ada proses berfikir dalam diri yang diajar. Oleh karena itu tujuan metode BDR ini adalah meningkatkan keterampilan bermatematika pada mahasiswa secara mandiri dan mendorong minat untuk belajar matematika. Jika metode ini, ternyata kurang efektif, pengalaman ini akan tetap bermanfaat bagi peneliti dan mahasiswa, sebagai bahan referensi untuk mengambil keputusan dalam memilih dan menentukan metode pembelajaran matematika selanjutnya.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Apakah dengan menggunakan metode BDR keterampilan mahasiswa dalam memecahkan masalah matematika SMA kelas XI IPA meningkat?

1.3. Definisi Operasional

- a. Metode BDR (Berpikir, Diskusi, Refleksi) merupakan campuran dari beberapa metode pembelajaran yang telah baku dan telah dikenal oleh para guru. Ciri khas metode ini adalah:
 - Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk berpikir secara mandiri, membangun sendiri pemahaman konsep matematika, menguasai prosedur pemecahan masalah soal matematika secara mandiri.
 - Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk menyampaikan masalah yang dihadapi dalam belajar kepada dosen secara individual ataupun kepada teman-temannya dalam diskusi.
 - Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk mengkomunikasikan baik secara lisan atau pun tulisan tentang soal masalah matematika dalam suatu diskusi.
 - Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukan refleksi, yakni perenungan tentang bagaimana dia akan mengajarkan materi matematika kepada siswanya kelak dan menyampaikan ide pembelajaran secara tertulis.
- b. Keterampilan memecahkan soal matematika merupakan persentase penguasaan mahasiswa terhadap materi matematika. Keterampilan ini diperoleh dengan melihat hasil tes mahasiswa.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ingin mengetahui apakah dengan menggunakan metode BDR keterampilan mahasiswa dalam memecahkan masalah matematika SMA kelas XI IPA semester genap meningkat.

1.5. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara langsung bagi peneliti dan mahasiswa dalam memberikan pengalaman belajar dan membelajarkan matematika.

2. Landasan Teoritis

2.1. Kajian teoritis

Pembelajaran adalah membelajarkan siswa menggunakan asas pendidikan maupun teori belajar yang merupakan penentu utama keberhasilan pendidikan. Pembelajaran merupakan komunikasi dua arah antara guru dan murid. Foantadalam ErmanSuherman (2004 : 8) mengataan bahwa “pembelajaran merupakan upaya penataan lingkungan yang memberi nuansa agar program belajar tumbuh dan berkembang secara optimal”. Sedangkan OemarHamalik(2003:57) berpendapat bahwa “pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan pembelajaran”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan upaya untuk mengkomunikasikan program belajar agar suatu proses belajar mengajar berjalan secara optimal untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Matematika menurut Hudojo, Herman (Mardiani, Dian2001:10) “berkenaan dengan ide-ide atau konsep-konsep abstrak yang tersusun hirarkis dan penalarannya deduktif”. Ini hampir sejalan dengan Abdurahman, Mulyono (1996:21) yang mengungkapkan bahwa matematika merupakan bahasa simbolis juga merupakan bahasa universal yang memungkinkan manusia memikirkan, mencatat, dan mengkomunikasikan ide melalui elemen dan kuantitas “. Dari beberapa pendapat di atas tersirat bahwa matematika dapat dijadikan alat untuk melatih kemampuan bernalar deduktif, berbahasa simbolis, berpikir, dan berkomunikasi. Dengan demikian pembelajaran matematika harus dapat menjadi salah satu alat melatih kemampuan berpikir, bernalar, dan berkomunikasi baik secara lisan maupun tulisan.

Metode BDR (Berpikir, Dikusi, Refleksi) merupakan campuran dari beberapa metode pembelajaran yang telah baku dan telah dikenal oleh para guru. Ciri khas metode ini adalah:

- Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk berpikir secara mandiri, membangun sendiri pemahaman konsep matematika, menguasai prosedur pemecahan masalah soal matematika secara mandiri.
- Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk menyampaikan masalah yang dihadapi dalam belajar kepada dosen secara individual ataupun kepada teman-temannya dalam diskusi.
- Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk mengkomunikasikan baik secara lisan atau pun tulisan tentang soal masalah matematika dalam suatu diskusi.
- Adanya kesempatan bagi mahasiswa untuk melakukan refleksi, yakni perenungan tentang bagaimana dia akan mengajarkan materi matematika kepada siswanya kelak dan menyampaikan ide pembelajaran secara tertulis .

Dipandang dari pendekatannya BDR merupakan campuran dari pendekatan individual dengan pendekatan klasikal, namun lebih banyak pendekatan secara individual. Pendekatan BDR sejalan dengan yang diungkapkan Wardani, Sri (2004 : 3) “sebaiknya pembelajaran lebih menekankan pada kegiatan individual personal (student oriented) bukan teacher oriented “. Keunggulan Metode BDR tidak bertentangan dengan pengertian matematika yang diungkapkan oleh Lerner (Abdurahman, Muliono 1996 : 217). Harapan penulis dengan dipilihnya metode BDR, pembelajaran kapita selekta matematika SMA 2 sejalan dengan hakekat pembelajaran matematika, menyenangkan, penuh tantangan, dan memberikan pengalaman positif tentang bagaimana belajar dan membelajarkan matematika, sertamasiswa dapat belajar dari yang mudah kepada yang kompleks sesuai dengan strategi belajar menurut AbuAhmad dan Joko (2005:113) “ Di dalam mengajar, guru harus memulai dari yang mudah kepada yang kompleks”.

2.2. Anggapan dasar

Sebelum penelitian ini di laksanakan anggapan peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Pengajar memiliki kemampuan untuk belajar melaksanakan, menggunakan, dan mengembangkan metode “BDR” dalam proses belajar mengajar matematika.
- b. Kesiapan mahasiswa menerima fasilitas belajar untuk melaksanakan metode “BDR” memadai.

2.3. Hipotesis tindakan dan pertanyaan penelitian

- a. Hipotesis tindakan
Hipotesis tindakan yang di ajukan dalam penelitian ini adalah penggunaan metode “BDR” pada mata kuliah Kapita Selekta Matematika SMA 2 dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa kelas 2C STKIP Garut dalam memecahkan soal matematika SMA kelas XI program IPA semester 2, yakni materi suku banyak , komposisi fungsi dan invers fungsi, serta limit.
- b. Pertanyaan penelitian
Apakah metode BDR dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa kelas 2C STKIP Garut dalam memecahkan soal matematika SMA kelas XI program IPA semester 2; yakni materi suku banyak, komposisi fungsi dan invers fungsi, serta limit.

3. Prosedur Penelitian

3.1. Metode penelitian

Tim PGSM (1996 : 6) mendefinisikan PTK sebagai “sesuatu bentuk kajian yang bersifat reflektif dalam perilaku tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan kemantapan rasional dan tindakan–tindakan mereka dalam melaksanakan tugas, memperdalam pemahaman terhadap tindakan–tindakan yang dilakukannya itu serta memperbaiki kondisi dimana praktik–praktik tindakan tersebut dilakukan”. Menurut Suharsimi (2004 : 4) PTK yaitu :

- a. Penelitian adalah kegiatan mengamati suatu objek, menggunakan aturan metodologi tertentu untuk meningkatkan mutu suatu hal yang menarik minat dan penting bagi peneliti.
- b. Tindakan adalah suatu gerak kegiatan yang sengaja di lakukan dengan tujuan yang dalam penelitian berbentuk rangkaian siklus kegiatan.
- c. Kelas adalah sekelompok siswa yang dalam waktu yang sama menerima perlakuan yang sama dari seorang guru. Batasan yang ditulis untuk pengertian tentang kelas tersebut adalah pengertian lama, untuk melumpuhkan pengertian yang salah dan dipahami secara luas oleh umum dengan “ ruang tempat guru mengajar “ kelas bukan wujud ruangan, tetapi sekelompok peserta didik yang belajar.

Berdasarkan batasan pengertian tersebut, maka dapat di simpulkan bahwa PTK merupakan suatu pencerminan terhadap kegiatan yang sengaja dimunculkan dan terjadi dalam sebuah kelas. Ciri terpenting PTK adalah ada upaya untuk memecahkan masalah sekaligus mencari dukungan ilmiahnya.

3.2. Variabel penelitian

Berangkat dari judul penelitian ini maka terdapat dua variabel penelitian yakni :

- a. Variabel bebas: metode BDR (berfikir, diskusi,refleksi)
- b. Variabel terikat: keterampilan memecahkan soal matematika

3.3. Teknik pengumpulan data

- a. Observasi
Pedoman observasi digunakan untuk mengamati suasana pembelajaran dan aktivitas mahasiswa pada setiap pertemuan pertemuan kegiatan belajar mengajar. Hasil observasi dijadikan bahan kajian untuk refleksi setiap siklus.
- b. Tes
Tes dilaksanakan di setiap awal dan akhir siklus untuk mengetahui keterampilan memecahkan soal matematika sebelum dan sesudah dilaksanakan. Ini merupakan sumber data untuk menganalisa tindakan yang telah dilakukan selama pembelajaran.

c. Angket

Penyebaran angket mahasiswa dilakukan satu kali, yaitu setelah tiga siklus dilalui mahasiswa. Angket ini merupakan salah satu alat untuk mengumpulkan data tentang pendapat atau persepsi mahasiswa terhadap metode BDR. Tujuannya untuk mengetahui pendapat mahasiswa tentang kelebihan dan kelemahan metode BDR.

3.4. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data adalah sebagai berikut:

- Pedoman observasi
- Soal tes
- Angket mahasiswa

3.5. Subjek penelitian

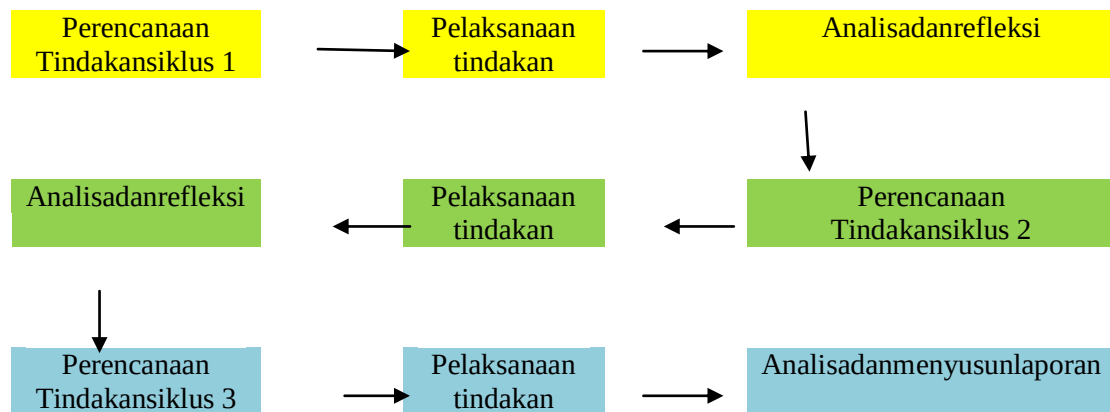
Subjek penelitian ini adalah mahasiswa STKIP Garut, kelas 2c yang berjumlah 44 mahasiswa. Peneliti dibantu oleh Siti Nurfalah sebagai observer.

3.6. Teknik pengolahan dan analisa data

Keterampilan memecahkan soal matematika ditentukan oleh hasil tes awal dan tes akhir pada setiap pokok bahasan matematika di setiap siklus. Untuk mengetahui keberhasilan mahasiswa dalam keterampilan memecahkan soal matematika digunakan standar nilai 60. Mahasiswa dikatakan terampil memecahkan soal matematika apabila nilai tes akhirnya lebih dari 60.

3.7. Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah penelitian ini bias dilihat pada diagram berikut:



3.8. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kampus STKIP Garut selama 6 bulan, mulai tanggal 28 Februari 2012 sampai 26 Mei 2012.

4. Hasil Penelitian

4.1. Deskripsi data

siklus ke	banyaknya mahasiswa					jumlah mahasiswa	Ket
	nilai >60	nilai ≤ 60	selisih postest dengan pretest				
	org	org	positif	negatif	nol		
1	22	18	39	0	1	40	4 org absen
2	27	14	33	6	2	41	3 org absen
3	28	8	35	0	1	36	8 org absen
siklus ke	prosentase banyaknya mahasiswa					jumlah mahasiswa	Ket
	nilai >60	nilai ≤ 60	selisih postest dengan pretest				
	org	org	positif	negatif	nol		
1	55	45	97.5	0	2.5	40	4 org absen
2	65.8537	34.14634	80.48780488	14.63415	4.878049	41	3 org absen
3	77.7778	22.22222	97.22222222	0	2.777778	36	8 org absen

Setelah dilakukan analisis terhadap nilai pretest dan posttest mahasiswa diperoleh data seperti yang dituliskan dalam tabel di atas.

4.2. Pembahasan

Berdasarkan tabel, pada siklus pertama tampak bahwa dengan menggunakan metode BDR, walaupun ada 45% mahasiswa yang masih belum mencapai skor 60, namun 97,5% mahasiswa nilai posttestnya lebih tinggi daripada nilai pretestnya. Artinya terdapat peningkatan keterampilan memecahkan soal matematika sebesar 97,5%. Tes yang dipilih pada siklus pertama berjenis soal pilihan ganda.

Pada siklus kedua, mahasiswa yang berhasil meraih skor lebih dari 60 meningkat, walaupun yang mengalami nilai posttest lebih tinggi dari nilai pretestnya juga mengalami penurunan hingga 80,5%. Hal ini karena bentuk tes diubah menjadi essay. Pada siklus ketiga, 97,2% mahasiswa skor posttestnya lebih tinggi daripada skor pretestnya, yang berhasil memperoleh nilai lebih dari 60 mencapai 77,8%. Artinya terjadi peningkatan keterampilan memecahkan soal matematika. Walaupun masih ada 22,2% yang gagal mencapai target pembelajaran. Berdasarkan hasil yang terlihat, metode BDR dapat dijadikan salah satu pilihan metode mengajar, terutama jika jadwal sekali pertemuannya mencapai 200 menit atau lebih.

Pembelajaran merupakan komunikasi dua arah antara guru dan murid. Menurut Erman Suherman (2004 : 8) mengatakan bahwa “pembelajaran merupakan upaya penataan lingkungan yang memberi nuansa agar program belajar tumbuh dan berkembang secara optimal”. Sedangkan Oemar Hamalik (2003:57) berpendapat bahwa “pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan pembelajaran”. Metode BDR merupakan salah satu upaya penataan lingkungan perkuliahan untuk mencapai tujuan perkuliahan dan memberikan kombinasi tersusun berupa material, fasilitas, prosedur yang saling mempengaruhi sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran. Namun metode BDR ternyata belum menjadi pilihan yang tepat untuk semua mahasiswa, ini terlihat dari 22% mahasiswa yang masih memiliki keterampilan memecahkan soal matematika dibawah standar yang ditetapkan. Berdasarkan pendapat mahasiswa, metode BDR dapat dipilih untuk merangsang mahasiswa mau belajar secara mandiri di rumah, mendokumentasikan proses belajar mereka lebih baik, disiplin waktu, lebih terbuka, mau bertanya

kepada dosen tentang kesulitan belajarnya, merasa mendapat pengakuan saat berhasil dan mereka terinspirasi untuk mengembangkan metode pembelajaran matematika kelak setelah menjadi guru.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Metode BDR dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam memecahkan soal matematika kelas XI program IPA. Akan tetapi masih terdapat 22 persen mahasiswa yang mengalami peningkatan dengan nilai dibawah standar yang ditetapkan.

5.2. Saran

Perlu diperbanyak kajian tentang metode pembelajaran yang membantu mahasiswa bukan hanya menguasai materi, namun menguasai cara belajar materi tersebut secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Mulyono. 1996. *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Tt: Depdikbud.
- Ahmad, Abu dan Joko. 2005. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Arikunto, Suharsimi. 2004. *Materi diklat: PTK*. Yogyakarta: Depdiknas.
- Hamalik, Oemar. 2003. *Kurikulum Pembelajaran*. Jakarta : Bumi Aksara
- Mardiani, Dian. 2001. *Karakteristik gaya Belajar Matematika Siswa Berprestasi*. Skripsi. UNY: tidak diterbitkan.
- Suherman, Erman. 2004. *Model-model Pembelajaran Matematika. Makalah pada Diklat Pembelajaran Bagi Guru-guru Pengurus MGMP Matematika di LPMP*. Bandung: tidak diterbitkan
- Tim Proyek PGSM. 1999. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jawa Tengah: tidak diterbitkan.
- Wardani, S. 2004. *Pembelajaran Matematika dalam Menyongsong Implementasi KBK 2004. Makalah pada Seminar Matematika*. Tasikmalaya: tidak diterbitkan.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA SD MELALUI PENDEKATAN SAVI

Haerudin

Mahasiswa S2 Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
heruquantumsains@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI. Desain penelitian ini adalah kelompok eksperimen dan kontrol dengan *pretest* dan *posttest*. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan pendekatan SAVI dan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Untuk memperoleh data penelitian digunakan instrumen berupa tes uraian kemampuan berpikir kreatif matematis. Penelitian ini dilakukan di Sekolah Dasar dengan level menengah (sedang). Subjek penelitiannya (sampel) adalah siswa SD Swasta kelas V sebanyak dua kelas sebagai sampel penelitian berdasarkan pertimbangan kemampuan rata-rata siswa yang hampir sama di setiap kelasnya, kelas V sudah bisa menggunakan pendekatan SAVI, dan belum ada yang melakukan penelitian khususnya bidang studi matematika di SD tersebut yang menggunakan pendekatan SAVI. Salah satu dari kelas tersebut dijadikan sebagai kelas SAVI sedangkan kelas yang satunya lagi sebagai kelas kontrol. Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional.

Kata Kunci: Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pendekatan SAVI.

1. Latar Belakang Masalah

Sekolah adalah salah satu tempat dimana peserta didik menimba ilmu pengetahuan, mengembangkan bakat-bakat dan keterampilan yang dimilikinya, dan tempat untuk menuangkan ide-ide cemerlang sebagai bagian dari proses berpikir kreatif. Berpikir kreatif sangat penting dikembangkan agar siswa bisa menjadi orang bermanfaat bagi dirinya dan juga orang lain, Ruseffendi (1991: 238) mengatakan bahwa manusia kreatif itu tidak hanya baik bagi dirinya sendiri tetapi juga berfaedah bagi orang lain.

Untuk membuat siswa berpikir kreatif tidaklah mudah perlu upaya dan kerja keras yang serius daripada Guru. Kemampuan berpikir kreatif perlu dilatih sejak dini melalui pembiasaan secara konsisten. Hal ini ditegaskan oleh Ruseffendi (1991: 239) bahwa sifat kreatif akan tumbuh pada diri anak bila ia dilatih, dibiasakan sejak kecil untuk melakukan eksplorasi, inkuiri, penemuan, dan pemecahan masalah.

Kemampuan berpikir kreatif juga sangat diperlukan bagi siswa karena akan memudahkan dalam menemukan gagasan baru yang konstruktif terutama pelajaran matematika sehingga pelajaran matematika tidak lagi menjadi pelajaran yang dianggap sulit atau ditakuti tetapi menjadi pelajaran yang menyenangkan. Yamin (2011: 11) mengatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*) yaitu keterampilan individu dalam menggunakan proses berpikirnya untuk menghasilkan gagasan yang baru, konstruktif berdasarkan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang rasional maupun persepsi, dan intuisi individu.

Hasil penelusuran dan diskusi dengan beberapa Guru matematika SD di Gudep 68 Kota Bandung diperoleh informasi bahwa nilai ulangan harian, ulangan tengah semester (UTS), dan ulangan akhir semester (UAS) rata-rata kelas pelajaran matematika peserta didik SD masih berada dibawah nilai rata-rata pelajaran yang lainnya. Satu dari sekian banyak faktor penyebabnya adalah rendahnya kemampuan berpikir kreatif siswa yang sulit dikembangkan.

Pendekatan SAVI merupakan pendekatan yang diharapkan dapat mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kreatif karena siswa dilibatkan secara langsung dalam proses pembelajaran dengan memfungsikan seluruh indera dan otak. Hernowo (2004: 13-14) mengatakan bahwa pendekatan SAVI ini adalah semacam pendekatan dalam belajar yang jika diterapkan secara serempak akan memfungsikan seluruh indera dan otak. Sedangkan, Suherman (2008: 7) bahwa pendekatan SAVI adalah pembelajaran yang menekankan bahwa belajar haruslah memanfaatkan semua alat indera yang dimiliki siswa. Jadi, pada pendekatan SAVI siswa belajar dengan melibatkan semua alat indera yang dimiliki siswa sehingga seluruh indera dan otak akan berfungsi dengan baik dan diharapkan kemampuan berpikir kreatif siswa juga akan meningkat.

Sebagai contoh adalah pada saat anak membaca sebuah buku, dia bisa mempraktekan unsur Somatisnya (gerak raga atau tubuh) dengan duduk, berdiri, dan berjalan berlarian atau sesekali melakukan senam ringan. Unsur Auditorinya dipraktekan dengan cara mendengarkan sesekali dari bacaan yang dikeraskan terutama pada kata yang memerlukan ketelitian khusus. Visualisasi dilakukan dengan membayangkan (menggambarkan dalam benaknya) maksud dari apa yang dibaca atau tujuan dari penulis. Terakhir Intelektualnya dilakukan dengan membuat rangkuman yang dapat merangkum seluruh isi buku yang dibacanya. Dengan demikian membaca buku dengan cara demikian akan lebih bermakna.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui Pendekatan SAVI. Oleh karena itu, penelitian kuasi eksperimen ini berjudul, "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SD melalui Pendekatan SAVI".

1.1. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional?

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI.

1.3. Pentingnya Masalah

Dengan diadakan penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan-masukan bagi:

1. Guru: membantu guru matematika mencari dan menggunakan metode pembelajaran yang efektif dan sesuai dengan situasi dan kondisi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD.
2. Siswa terbiasa belajar dengan pendekatan SAVI sehingga kemampuan berfikir kreatif matematis siswa SD semakin tumbuh, terasah, dan berkembang dengan baik dan dapat meningkatkan kerjasama yang baik dengan penuh rasa tanggung jawab dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis sehingga proses pembelajarannya semakin berkualitas, serta mengoptimalkan kemampuan yang dimiliki siswa SD dalam menumbuhkembangkan kemampuan berfikir kreatif matematis yang dimilikinya.
3. Bagi Peneliti: untuk mengetahui gambaran dan efektivitas pembelajaran melalui pendekatan SAVI dalam upaya meningkatkan kemampuan berfikir kreatif matematis siswa SD dan sebagai media untuk mengaplikasikan pengetahuan dan pengalaman yang telah didapat selama perkuliahan maupun di luar perkuliahan.

1.4. Definisi Operasional

- a. Kemampuan berpikir kreatif matematis adalah kemampuan dalam memberikan jawaban yang relevan pada pelajaran matematika (Aspek kelancaran), menyelesaikan soal atau masalah dengan terperinci sesuai gagasannya (Aspek Elaborasi), dan mampu menerapkan konsep pada masalah yang ada (Aspek Keluwesan).

- b. Pendekatan SAVI adalah cara belajar yang disertai gerak fisik, berbicara, mendengarkan, melihat, mengamati, dan menggunakan kemampuan intelektual untuk berpikir, menggambarkan, menghubungkan, dan membuat kesimpulan dengan baik.

2. Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pendekatan SAVI

2.1. Kemampuan berpikir kreatif

Berpikir kreatif adalah suatu kegiatan dalam mencetuskan ide-ide yang cemerlang dan pemahaman baru yang kreatif dan inovatif serta mampu menentukan keputusan yang tepat. Johnson (2007: 183) berpendapat bahwa berpikir kreatif adalah kegiatan mental yang memupuk ide-ide asli dan pemahaman-pemahaman baru. Berpikir kreatif dan kritis memungkinkan siswa untuk mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi berjuta tantangan dengan cara yang terorganisasi, merumuskan pertanyaan yang inovatif, dan merancang solusi yang orisinal.

Pada bagian yang lain, Johnson (2007: 214-215) mengatakan bahwa berpikir kreatif adalah sebuah kebiasaan dari pikiran yang dilatih dengan memperhatikan intuisi, menghidupkan imajinasi, mengungkapkan kemungkinan-kemungkinan baru, membuka sudut pandang yang menakjubkan, dan membangkitkan ide-ide yang tidak terduga. Sedangkan Evans (Nurdiana, 2011) menjelaskan bahwa berpikir kreatif adalah suatu aktivitas mental untuk membuat hubungan-hubungan yang terus menerus, sehingga ditemukan kombinasi yang benar atau sampai seseorang itu menyerah.

Berdasarkan hasil rangkuman pendapat Munandar (Nurdiana, 2011:9-13) ciri-ciri seorang siswa SD memiliki kemampuan berpikir kreatif adalah:

- a. Keterampilan Berpikir Lancar (*Fluency*) yaitu kemampuan yang diharapkan adalah siswa dapat mengajukan banyak pertanyaan, menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan, mempunyai banyak gagasan mengenai suatu masalah, dan lancar mengungkapkan gagasan-gagasannya.
- b. Keterampilan Berpikir Luwes (*Flexibility*) adalah kemampuan yang diharapkan adalah siswa dapat memberikan macam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita, masalah, atau alat peraga dan menerapkan suatu konsep dengan cara yang berbeda-beda.
- c. Keterampilan Berpikir Orisinal (*Originality*) adalah kemampuan yang diharapkan adalah siswa dapat mencetuskan ungkapan yang baru dan unik, memikirkan masalah-masalah atau hal-hal yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain dan memiliki cara berpikir yang lain dari yang lain.
- d. Keterampilan Memperinci (*Elaboration*) yaitu kemampuan yang diharapkan adalah siswa dapat mengembangkan suatu gagasan sederhana dan mencari jawaban dengan melakukan langkah-langkah sesuai contoh.
- e. Keterampilan Menilai (*Evaluation*) yaitu kemampuan yang diharapkan adalah siswa dapat menentukan pendapat sendiri mengenai suatu hal dan menentukan pendapat dan bertahan terhadapnya.

Yang menjadi indikator kemampuan berpikir kreatif pada penelitian ini adalah bahwa siswa mempunyai keterampilan berpikir lancar (*Fluency*), keterampilan berpikir luwes (*Flexibility*), dan keterampilan memperinci (*Elaboration*).

2.2. Pendekatan SAVI

Pendekatan SAVI adalah cara belajar yang disertai gerak fisik, berbicara, mendengarkan, melihat, mengamati, dan menggunakan kemampuan intelektual untuk berpikir, menggambarkan, menghubungkan, dan membuat kesimpulan dengan baik. Metode ini diharapkan mampu mengatasi masalah-masalah terutama berkenaan dengan proses berpikir kreatif matematis siswa.

Hernowo (2004: 13-14) mengatakan bahwa SAVI ini adalah semacam metode belajar yang jika diterapkan secara serempak akan memfungsikan seluruh indera dan otak. Suherman (2008: 7) menambahkan bahwa pembelajaran SAVI adalah pembelajaran yang menekankan bahwa belajar haruslah memanfaatkan semua alat indera yang dimiliki siswa.

Pendekatan SAVI bisa juga diartikan sebagai metode pembelajaran yang melibatkan seluruh anggota tubuh dari gerakan tubuh, pendengaran, kemampuan membayangkan, dan mampu bersifat cendikia atau berkait dengan kemampuan merenungkan, merumuskan, dan mengait-ngaitkan dengan memfungsikan pikiran secara baik dan benar.

Meier (2002: 91) berpendapat bahwa pembelajaran tidak otomatis meningkat dengan menyuruh orang berdiri dan bergerak kesana kemari. Akan tetapi, menggabungkan gerakan fisik dengan aktivitas intelektual dan penggunaan semua indera dapat berpengaruh besar pada pembelajaran. Saya namakan ini belajar SAVI. Unsur-unsurnya mudah diingat.

- 1) Somatis: Belajar dengan bergerak dan berbuat dalam arti belajar dengan indera peraba, kinestetis, praktis melibatkan fisik dan menggunakannya serta menggerakkan tubuh sewaktu belajar. Menurut penelitian neurologis, tubuh dan pikiran bukan merupakan dua entitas yang terpisah. Temuan mereka menunjukkan bahwa pikiran tersebar di seluruh tubuh. Maksudnya tubuh adalah pikiran dan pikiran adalah tubuh. Keduanya merupakan satu sistem elektrik kimiawi-biologis yang benar-benar terpadu. Menghalangi fungsi tubuh dalam belajar berarti dapat menghalangi fungsi pikiran sepenuhnya. Oleh karena itu, untuk merangsang hubungan pikiran tubuh, harus diciptakan suasana belajar yang dapat membuat orang bangkit dan berdiri dari tempat duduk dan aktif secara fisik dari waktu ke waktu.
- 2) Auditori: Belajar dengan berbicara dan mendengar dalam arti belajar dengan melibatkan kemampuan auditori (pendengaran). Ketika telinga menangkap dan menyimpan informasi auditori, beberapa area penting di otak menjadi aktif. Dalam merancang pembelajaran matematika yang menarik bagi saluran auditori (pendengaran), guru bisa melakukan tindakan seperti membicarakan materi apa yang sedang dipelajari. Siswa diharapkan mampu mengungkapkan pendapat atas informasi yang didengarkan atas penjelasan guru.
- 3) Visual: Belajar dengan mengamati dan menggambarkan yang dapat diartikan sebagai belajar dengan melibatkan kemampuan visual (penglihatan), dengan alasan bahwa di dalam otak terdapat lebih banyak perangkat memproses informasi visual daripada indera yang lain. Dalam merancang pembelajaran yang menarik bagi kemampuan visual, seorang guru dapat melakukan tindakan seperti meminta siswa menerangkan kembali materi yang sudah diajarkan, menggambarkan proses, prinsip, atau makna yang dicontohkannya.
- 4) Intelektual: Belajar dengan memecahkan masalah dan merenung, ini berarti menunjukkan apa yang dilakukan siswa dalam pikiran mereka secara internal ketika mereka menggunakan kecerdasan untuk merenungkan suatu pengalaman dan menciptakan hubungan makna, rencana, dan nilai dari pengalaman tersebut. Belajar intelektual adalah bagian untuk merenung, mencipta, memecahkan masalah dan membangun makna. dalam membangun proses belajar intelektual, siswa diminta mengerjakan soal-soal dari materi yang sudah diajarkan dan dijelaskan oleh guru. Meier (2002: 99) menambahkan bahwa intelektual adalah pencipta makna dalam pikiran; sarana yang digunakan manusia untuk "berpikir", menyatukan pengalaman, menciptakan jaringan saraf baru, dan belajar.

Keempat unsur SAVI yaitu Somatis, Auditori, Visual, dan Intelektual harus disatukan dan dipadukan agar memberikan pengaruh yang besar bagi peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD.

2.3. Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas maka hipotesis yang diambil adalah: Peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan konvensional.

3. Metode dan Desain Penelitian

Metode dan desain Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuasi eksperimen dimana pengambilan sampel acaknya diabaikan (Ruseffendi, 1994: 47) dan desain kelompok kontrol tes awal dan tes akhir. Adapun desain penelitiannya adalah:

O	X	O
O		O

Keterangan:

O = tes awal dan tes akhir kemampuan berpikir kreatif

X = pendekatan SAVI

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi yang akan diambil dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di SD Swasta di Kota Bandung yang kemampuan berpikir kreatifnya masih rendah. Subyek penelitiannya (sampel) adalah siswa SD Sasta kelas V sebanyak dua kelas sebagai sampel penelitian berdasarkan pertimbangan kemampuan rata-rata siswa yang hampir sama di setiap kelasnya, kelas V sudah bisa menggunakan pendekatan SAVI, dan belum ada yang melakukan penelitian khususnya bidang studi matematika di SD tersebut yang menggunakan pendekatan SAVI. Salah satu dari kelas tersebut dijadikan sebagai kelas SAVI sedangkan kelas yang satunya lagi sebagai kelas kontrol.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat soal tes kemampuan berpikir kreatif yang digunakan untuk tes awal dan tes akhir. Digunakannya soal yang sama untuk tes awal dan tes akhir agar dapat melihat dan mengukur kemampuan berpikir kreatif matematis sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

Tipe tes yang digunakan adalah tes tipe uraian agar mudah mengungkapkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD. Melalui tes uraian, diharapkan langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan dan ketelitian siswa dalam menjawab dapat teramati, seperti yang diungkapkan oleh Ruseffendi (2005: 118) menyatakan bahwa keunggulan tes tipe uraian dibandingkan dengan tes tipe objektif ialah akan timbul sifat kreatif pada diri siswa dan hanya siswa yang telah menguasai materi betul-betul yang bisa memberikan jawaban yang baik dan benar. Adapun untuk sistem penskoran instrumen berpikir kreatif digunakan Pedoman Pemberian skor pada tes Bentuk Uraian menurut Sumarmo (2011: 254).

Baik soal untuk tes awal maupun tes akhir adalah soal yang sudah mendapat persetujuan dosen pembimbing. Hal ini dimaksudkan agar penelitian ini validitas isinya lebih baik karena telah memenuhi syarat yang ditentukan. Sebelum soal-soal baik pada tes awal maupun tes akhir, soal-soal tersebut telah diujicobakan terlebih dahulu untuk melihat validitas dan realibilitas.

4. Analisis dan Pembahasan

4.1. Analisis Hasil Penelitian

Yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah untuk melihat adanya peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematik siswa SD setelah mendapat perlakuan dengan menggunakan pendekatan SAVI.

Adapun hasil dari pretes, postes, dan gain kesemuanya tersaji pada tabel K.1 sebagai berikut:

Tabel K.1
Rekapitulasi Tes Kemampuan Berpikir Kreatif

Materi		SAVI n = 27	Konvensional n = 27
Hasil Perlakuan			
Pretes SMI = 30	$\bar{x}$	10,67 (35,57%)	9,70 (32,33%)
	S	2,05	1,66
Postes SMI = 30	$\bar{x}$	22,63 (75,43%)	20,44 (68,13%)
	S	2,90	3,68
Gain SMI = 1,00	$\bar{x}$	0,62 (62%)	0,53 (53%)
	S	0,15	0,18

Sumber: Diadopsi dari data SPSS 19

Interpretasi Tabel K.1 adalah nilai rata-rata untuk pretes kelas SAVI maupun kelas kontrol nilai rata-rata terlihat masih rendah dan perbedaannya hanya sedikit sekali. Hal ini karena kedua kelas belum mendapatkan perlakuan dalam belajar. Setelah dilakukan perlakuan dalam belajar dengan menggunakan pendekatan SAVI dan cara konvensional diperoleh peningkatan rata-rata yang cukup signifikansi. Sedangkan untuk nilai Gain baik pada kelas SAVI maupun kelas Kontrol mempunyai nilai interprestasi sedang. Artinya bahwa ada peningkatan perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kreatif.

Kemudian bila dilihat dari nilai rata-rata postes kelas SAVI lebih baik dibandingkan dengan nilai rata-rata kelas konvensional setelah mendapatkan perlakuan. Ini berarti bahwa peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional.

Akan tetapi hipotesis di atas perlu diuji secara statistik agar lebih jelas dan lebih akurat hasil pengujian hipotesisnya. Untuk itu maka harus dilakukan pengujian sebagai berikut:

1) Uji normalitas pretest, posttest, dan gain kemampuan berpikir kreatif

Untuk mengetahui uji normalitas pretest, postes dan gain digunakan SPSS 19 dengan menggunakan statistik *Shapiro-Wilk* dan taraf signifikansi 5%. Hasilnya terlihat pada Tabel K.2 sebagai berikut:

Tabel K.2
Uji Normalitas Pretes dan Gain

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
pretes SAVI	,183	27	,021	,965	27	,478
pretes Konvensional	,163	27	,062	,964	27	,448
gain SAVI	,122	27	,200	,964	27	,445
gain Konvensional	,176	27	,032	,904	27	,016

Sumber: Diadopsi dari data SPSS 19.

Interpretasi Tabel K.2 adalah dengan uji *Shapiro-Wilk*, data dinyatakan normal jika Signifikansi lebih besar 0,05. Ternyata nilai signifikansi pretes kelas SAVI, kelas konvensional dan Gain SAVI lebih besar dari 0,05. Dengan demikian sampel kelas SAVI dan kelas konvensional berdistribusi normal untuk selanjutnya akan dilanjutkan dengan uji homogenitas. Pada nilai gain SAVI juga signifikansinya lebih dari 0,05 artinya gain kelas SAVI berdistribusi normal. Sedangkan gain konvensional nilai signifikansinya kurang dari 0,05 maka gain kelas konvensional tidak berdistribusi normal sehingga untuk gain kelas konvensional dilanjutkan ke uji statistik nonparametrik *Mann-Whitney*.

2) Uji Homogenitas Pretes Kemampuan berpikir Kreatif

Uji homogenitas dimaksudkan untuk melihat apakah varian sampel kelas SAVI dan kelas konvensional sama atau tidak. Untuk pengujian homogenitas varians dilakukan pada pretes kelas SAVI dan kelas konvensional dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Kriteria: Jika nilai sig. > 0,05 maka H_0 diterima.

Jika nilai sig. < 0,05 maka H_0 ditolak.

Dengan menggunakan Uji varian satu jalan (One Way ANOVA) diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel K.3
Uji Homogenitas Varian pretes

Test of Homogeneity of Variances					
Nilai					
Levene Statistic	df1	df2	Sig.		
1,104	1	52	,298		

Nilai					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,519	1	12,519	3,584	,064
Within Groups	181,630	52	3,493		
Total	194,148	53			

Sumber: Diadopsi dari data SPSS 19

Interpretasi Tabel K.3 adalah dengan menggunakan Uji varian satu jalan ternyata diperoleh nilai sig > 0,005. Berdasarkan kriteria homogenitas di atas, ini berarti bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak. Dengan demikian, kedua sampel pretes kelas SAVI dan Kelas konvensional memiliki varian yang sama.

3) Uji Perbedaan Rerataan Pretes Kemampuan Berpikir Kreatif.

Untuk menguji rerataan pretes kemampuan berpikir kreatif kelas SAVI maupun kelas konvensional digunakan uji *Independent Samples T Tes* yang digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan rata-rata nilai antara sampel kelas SAVI dengan kelas konvensional.

Hipotesisnya adalah:

H_0 : tidak ada perbedaan rata-rata nilai kelas SAVI dan kelas konvensional

H_a : ada perbedaan rata-rata nilai kelas SAVI dan kelas konvensional

Kriteria pengujian: H_0 diterima jika nilai sig. > 0,05

H_0 ditolak jika nilai sig. < 0,05

Dengan menggunakan uji *Independent Samples T Tes* diperoleh tabel K.4 berikut ini:

Tabel K.4
Uji Signifikansi Perbedaan Rata-rata Pretes

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Nilai	Equal variances assumed	1,104	,298

T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
1,893	52	,064	,963	,509	-,058	1,984

Sumber: Diadopsi dari data SPSS 19.

Dari tabel K.4 di atas diperoleh nilai sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05 . Berdasarkan kriteria pengujian dan dengan menggunakan tingkat signifikansi 0,05 maka diperoleh hasil bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak. Ini berarti bahwa tidak ada perbedaan rata-rata nilai kelas SAVI dan kelas konvensional secara signifikan.

4) Uji Mann-Whitney Gain

Untuk menguji apakah (peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional, maka digunakan uji non parametrik dengan uji *Mann-Whitney*. Hasilnya dapat terlihat pada tabel 4.5 berikut:

Tabel K.5 Output Uji Mann-Whitney Data Gain

Ranks				
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Gain	SAVI	27	32,70	883,00
	Konvensional	27	22,30	602,00
	Total	54		

Test Statistics^a

	Gain
Mann-Whitney U	224,000
Wilcoxon W	602,000
Z	-2,432
Asymp. Sig. (2-tailed)	,015

Sumber: diambil dari data SPSS 19.

Hipotesis dalam pengujian ini adalah:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI sama dengan peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional).

$H_a : \mu_1 > \mu_2$ (peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada peningkatan kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional).

Dengan kriteria pengujian: H_0 diterima jika sig. > 0,05 dan H_a ditolak.

H_0 ditolak jika sig. < 0,05 dan H_a diterima.

Dari tabel K.5 terlihat bahwa Sig. (2-tailed) lebih kecil dari 0,05, dengan demikian berdasarkan kriteria pengujian maka H_0 ditolak. Ini berarti bahwa peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional.

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI dan pendekatan SAVI ini lebih baik daripada pendekatan konvensional. Hal ini karena siswa dilatih berpikir kreatif dengan cara menggabungkan keempat unsur-unsur dalam SAVI yaitu belajar dengan bergerak dan berbuat (Somatis), belajar dengan berbicara dan mendengar (Auditori), belajar dengan mengamati dan menggambarkan (Visualisasi), dan belajar dengan memecahkan masalah dan merenung (Intelektual).

Bila keempat unsur SAVI tersebut bisa diterapkan dengan baik pada saat pembelajaran maka seluruh indera dan otak dari siswa akan bekerja lebih optimal. Sehingga, siswa dapat mengerti dengan baik materi dipelajarinya. Hernowo (2004: 14) mengatakan bahwa SAVI ini adalah semacam metode pembelajaran yang jika diterapkan serempak akan memfungsikan hampir seluruh indera dan otak.

Berikut ini beberapa foto aktivitas siswa selama proses belajar dengan menggunakan pendekatan SAVI:

a. Pembelajaran Somatis terlihat pada gambar K.1 dan gambar K.2 berikut:



Gambar K.1
Siswa belajar dengan bergerak mengamati kelompok lain



Gambar K.2
Siswa belajar dengan berbuat mengamati bangun pada rangka kubus

b. Pembelajaran Auditori terlihat pada tabel K.3 berikut:



Gambar K.3
Siswa belajar berbicara mengemukakan pendapat dan mendengarkan pendapat siswa lainnya

c. Pembelajaran Visualisasi terlihat pada gambar K.4 dan gambar K.5 berikut:

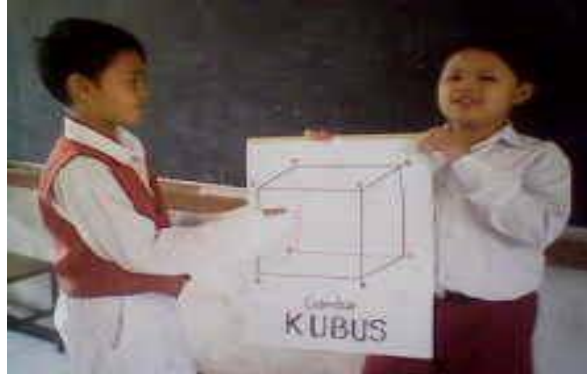


Gambar K.4
Siswa belajar memperinci sifat-sifat balok dengan mengamati rangka balok



Gambar K.5
Siswa belajar dengan menggambar kubus dari hasil pengamatan pada rangka kubus

d. Pembelajaran Intelektual terlihat pada gambar K.6 berikut:



Gambar K.6
Siswa belajar menerangkan hasil pemecahan masalah yang dihadapi kelompoknya

Pada pembelajaran dengan metode SAVI siswa lebih aktif bertanya, mengemukakan pendapat, memberikan tanggapan, dan mampu memberikan penjelasan dalam pemecahan masalah yang dihadapinya karena seluruh kemampuan indera dan otak benar-benar dipergunakan dengan baik

Sedangkan aktivitas siswa yang proses pembelajarannya dengan menggunakan pendekatan konvensional siswa kurang aktif berperan. Hal ini karena sumber ilmu sebagian besar berasal dari guru dan yang aktif hanya mereka dari siswa yang mengerti saja. Proses pembelajaran konvensional dapat terlihat seperti pada gambar K.7 dan gambar 4.8 berikut ini:



Gambar K.7
Siswa sedang mencatat penjelasan guru



Gambar K.8
Siswa sedang berlatih menyelesaikan soal-soal dari guru

Siswa yang kreatif akan memiliki banyak terobosan dalam pemikirannya dan terkadang imajinasinya jarang dipikirkan orang lain. Harsanto (2005: 63) berpendapat bahwa berpikir kreatif mengajak Anda untuk melepaskan diri dari pola umum yang sudah terpatrit dalam ingatan. Ini berarti bahwa berpikir kreatif selalu mencoba cara baru yang inovatif dan bermakna.

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, bahwa peneliti ingin melihat apakah peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional, maka yang dianalisis adalah gain ternormalisasi pretes dan gain ternormalisasi postes untuk kelas SAVI dan kelas kontrol. Dari Gain ternormalisasi yang didapat pada hasil pretes dan postes, untuk kelas SAVI mengalami peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis, dan pendekatan SAVI memberikan pengaruh yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata skor gain ternormalisasi siswa kelas SAVI maupun kelas kontrol.

Berdasarkan dari kesimpulan uji normalisasi gain, diperoleh bahwa penggunaan pendekatan SAVI mampu membedakan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa kelas SAVI (eksperimen) dan kelas kontrol. Sehingga sebagai kesimpulan akhir bahwa hipotesis terpenuhi yaitu kemampuan

berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik dari pada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan konvensional.

Berdasarkan pengamatan penulis di lapangan kelebihan pendekatan SAVI adalah:

1. Siswa menjadi lebih aktif dalam bekerjasama dan diskusi sehingga mampu menghasilkan ide-ide yang kreatif dalam menjawab setiap soal yang diberikan.
2. Memberikan peluang yang luas bagi siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif saat pembelajaran berlangsung.
3. Memupuk siswa dalam pengembangan intelektual dan emosional sehingga siswa mempunyai kepercayaan diri yang tinggi akan kemampuannya.

4.3. Hambatan dalam Penelitian

Hambatan yang dialami peneliti dalam menerapkan pendekatan SAVI adalah pada awalnya siswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatifnya untuk mencari, memahami, dan merumuskan konsep kubus dan balok. Kesulitan tersebut dikarenakan mereka tidak terbiasa dengan proses belajar mengajar dengan pendekatan SAVI dan masih merupakan hal baru bagi mereka. Akan tetapi, setelah diberikan penjelasan akhirnya siswa dapat melaksanakannya dengan baik dan mereka merasa senang.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Mengacu pada rumusan permasalahan pada penelitian ini diperoleh hasil kesimpulan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa SD melalui pendekatan SAVI lebih baik daripada kemampuan berpikir kreatif yang menggunakan pendekatan konvensional.

5.2. Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka ada beberapa saran sebagai berikut:

1. Hendaknya pendekatan SAVI dijadikan pendekatan pembelajaran alternatif dalam proses kegiatan belajar mengajar pada topik-topik terpilih.
2. Untuk implementasi pendekatan SAVI yang lebih efektif pada siswa SD hendaknya dilakukan dengan penuh kesabaran, memberikan penjelasan dan pengarahan kepada siswa dengan bahasa yang mudah dimengerti, memberikan kebebasan belajar sesuai dengan rambu-rambu pendekatan SAVI yang telah ditentukan, menghargai setiap pendapat siswa, menggunakan media belajar yang sesuai, dan setiap siswa harus memahami setiap langkah pada pendekatan SAVI yang diterapkan.
3. Kepada para pembaca semoga penelitian ini bermanfaat dan ada kelanjutan dari penelitian ini karena penelitian yang dilakukan di SD masih minim sekali. Harapan agar penelitian ke depan bisa lebih baik dan berkembang lebih luas lagi dan bisa dijadikan sebagai rekomendasi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian. Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Hernaki & DePorter. (2003). *Quantum Learning. Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan*. Bandung: Kaifa PT. Mizan Pustaka.
- Hernowo. (2004). *Bu Slim & Pak Bill*. Bandung: Mizan Learning Center (MLC).
- Harsanto, R. (2005). *Melatih Anak Berpikir ANALISIS, KRITIS, DAN KREATIF*. Jakarta: Grasindo.
- Johnson, E. B. (2007). *Contextual Teaching & Learning*. Bandung: Mizan Learning Center (MLC).
- Meier, D. (2002). *The Accelerated Learning*. Bandung: Kaifa PT. Mizan Pustaka.

- Munandar, U. (1999). *Mengembangkan Bakat dan Kreativitas Anak Sekolah*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Putra, A. P. (2009). *Penggunaan Model Pembelajaran Van Hiele Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Geometri Siswa SMP Dalam Tahap Pengurutan (Penelitian Eksperimen Terhadap Siswa Kelas IX SMP Negeri 3 Lembang)*. Skripsi Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI: Tidak Diterbitkan.
- Riyanto, Y. (2010). *Paradigma Baru Pembelajaran sebagai Referensi Bagi Pendidik dalam Implementasi Pembelajaran yang Efektif dan Berkualitas*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Ruseffendi, E. T. (1991). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Ruseffendi, E. T. (2005). *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Sanjaya, W. (2010). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Sugijono, (2002). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Suherman, E. & Kusumah, Y. S. (1990). *Petunjuk Praktis untuk Melaksanakan Evaluasi Pendidikan Matematika*. Bandung: Wijayakusumah 157.
- Sumarmo, U. (2010). *Seminar Nasional Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung. Pembelajaran Matematika Berbasis Karakter*. Bandung: STKIP Siliwangi Bandung.
- Yamin, M. (2011). *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada (GP).

PERAMALAN PRODUKSI PADI SAWAH JAWA BARAT MENGUNAKAN METODE *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING*

Yayu Nurhayati Rahayu

Prodi Pendidikan Matematika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung
yanura10@yahoo.com

Abstrak. Dengan adanya sejumlah metode peramalan (*forecasting*) yang tersedia, masalah yang timbul adalah bagaimana memahami karakteristik suatu metode peramalan akan cocok bagi situasi pengambilan keputusan tertentu berdasarkan pola data historis. Oleh karena itu perlu adanya identifikasi masalah, prosedur pemilihan metode yang sesuai, ketepatan dan evaluasi dari model peramalan. Pembahasan kajian ini, lebih menekankan bagaimana memilih dan menetapkan metode peramalan yang sesuai berdasarkan pola datanya, agar dapat dipergunakan untuk mengembangkan perkiraan keadaan yang akan datang dari suatu aktivitas. Pembahasan dikhususkan pada metode peramalan deret waktu dengan cara menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikannya ke masa depan. *Eksponential Smoothing* ialah metode peramalan dengan cara menetapkan bobot yang diberikan sesuai umur data yang menghasilkan suatu bentuk pemulusan (*smoothing*). Hal yang penting dalam metode *Exponential Smoothing*, adalah penentuan konstanta pemulusan optimal dan nilai awal pemulusannya. Adapun data historis yang digunakan dalam mengidentifikasi metode peramalan yang cocok ialah Data Produksi Padi Sawah Jawa Barat Periode 1983 – 2003, diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan dari proses analisa yang dilakukan, diharapkan kajian ini dapat memberikan masukan kepada praktisi atau pihak yang bersangkutan dalam memilih dan menetapkan metode peramalan. Sehingga, hasil peramalan akan menunjang kegiatan perencanaan dan pengambilan keputusan untuk aktivitas tertentu pada masa mendatang.

Kata Kunci: Peramalan Produksi Padi, *Metode Double Exponential Smoothing*.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peranan sub sektor pertanian tanaman pangan, khususnya padi sawah, dalam pembangunan bidang ekonomi sangat strategis dalam memberikan kontribusi terhadap penyediaan pangan sebagai kebutuhan konsumsi penduduk.

Salah satu daerah potensi produksi padi sawah dengan jumlah penduduknya yang tinggi adalah Jawa Barat. Upaya peningkatan produksi padi sawah Jawa Barat dengan program perluasan lahan sawah (ekstensifikasi) saat ini sangat sulit dilakukan mengingat sangat terbatasnya jumlah lahan yang tersedia dan adanya kecenderungan beralihnya lahan sawah menjadi lahan bukan sawah, sehingga upaya yang mungkin dilakukan adalah dengan mengoptimalkan intensifikasi pertanian. Oleh karena itu peramalan produksi padi sawah Jawa Barat sangat dibutuhkan untuk memperkirakan tingkat keberhasilan upaya intensifikasi tersebut.

Pola data produksi padi sawah biasanya mengandung kecenderungan menaik-menurun (*trend*), seiring dengan adanya perubahan lahan dan faktor lainnya. Oleh karena itu, pokok bahasan dalam penelitian ini adalah memilih metode peramalan berdasarkan pola data yang ada sebagai dasar peramalan untuk suatu deret waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana memilih dan menetapkan metode peramalan yang sesuai berdasarkan pola datanya, agar dapat dipergunakan untuk mengembangkan perkiraan keadaan yang akan datang dari suatu aktivitas. Pembahasan dikhususkan pada metode peramalan deret waktu dengan cara menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikannya ke masa depan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, diharapkan dari proses analisa yang dilakukan dapat memberi masukan kepada praktisi atau pihak yang bersangkutan dalam memilih dan menetapkan metode peramalan. Sehingga, hasil peramalan akan menunjang kegiatan perencanaan dan pengambilan keputusan untuk aktivitas tertentu pada masa mendatang.

2 Metode Penelitian

2.1 Pendahuluan

Untuk memperoleh suatu model peramalan yang sesuai dengan kondisi datanya, terlebih dahulu harus diketahui pola yang mendasari data tersebut.

Agar dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai permasalahan di atas, berikut akan dibahas mengenai pola data dan analisis *trend* datanya serta penerapan metode *exponential smoothing*.

2.2 Data

Data yang digunakan adalah data series Produksi Padi Sawah Jawa Barat Periode 1983 – 2003 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Barat.

Adapun datanya ialah sebagai berikut :

Tabel 1.
Produksi Padi Sawah Jawa Barat Periode 1983 – 2003
(Ton/Tahun)

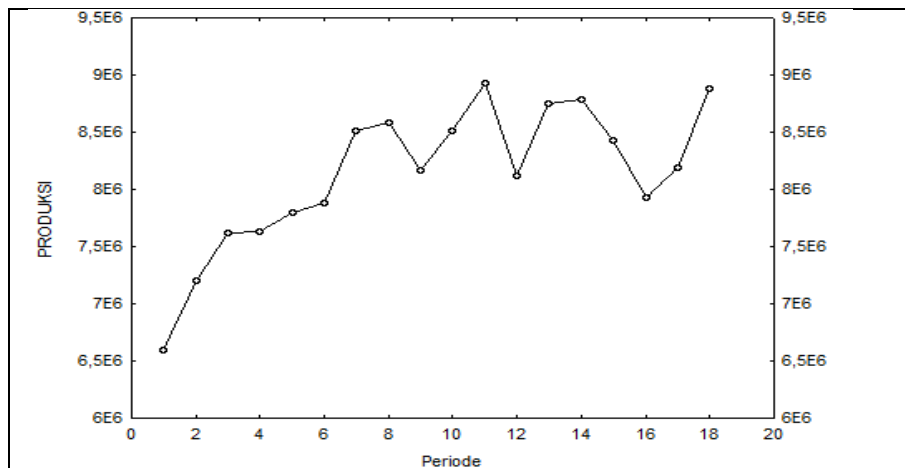
Periode (Tahun)	Produksi (Ton)
1983	6600346
1984	7197145
1985	7614168
1986	7630934
1987	7799627
1988	7875666
1989	8510174
1990	8580042
1991	8167228
1992	8509293
1993	8926792
1994	8124487
1995	8749206
1996	8781257
1997	8427816
1998	7923663
1999	8190114
2000	8879388
2001	8897551
2002	8871381
2003	8256888

(Sumber: BPS Jawa Barat - 2001)

Untuk penaksiran model peramalan, digunakan 18 data. Data yang digunakan ialah dari tahun 1983 sampai dengan tahun 2000, sedangkan sisanya dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2003 digunakan untuk mengevaluasi hasil ramalan.

2.3 Plot Data

Tahap pertama dalam pengolahan data adalah menyajikan serial data dalam bentuk plot Produksi Padi Sawah Jawa Barat terhadap waktu. Penyajian plot data menggunakan program *Statistica 6.0*.



Gambar 1.
Plot Data Produksi Padi Sawah Jawa Barat
Periode 1983-2000
(Ton/Tahun)

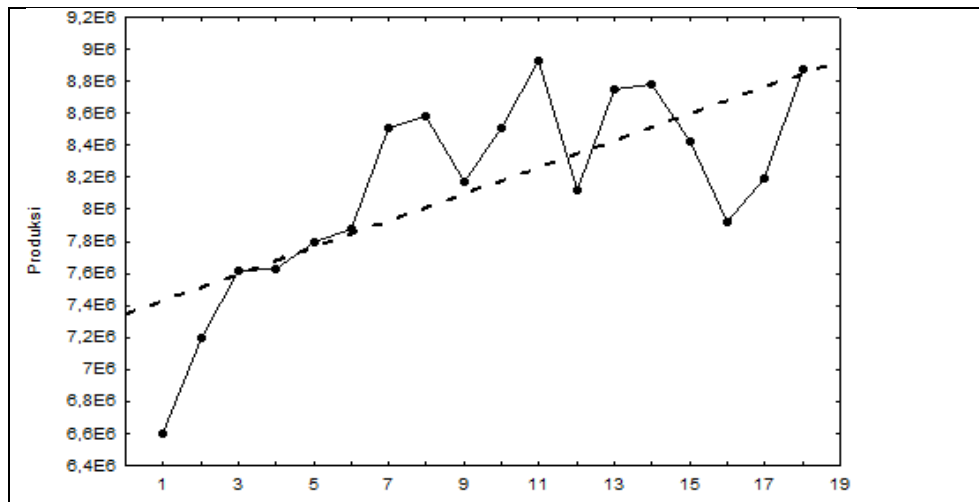
Dalam plot di atas nampak bahwa data secara umum meningkat dari tahun ke tahun. Dari tahun 1983 sampai dengan tahun 1990, data bergerak naik dengan pesat, akan tetapi pergerakan ini kemudian diikuti dengan pergerakan data relatif mendatar. Hal ini menunjukkan adanya suatu perubahan dalam *slope* dan rata-rata data. Adanya perubahan ini mengindikasikan adanya perubahan lingkungan yang mempengaruhi produksi padi sawah di Jawa Barat. Kemungkinan adanya penurunan luas lahan sawah akibat dari terjadinya fungsi alih lahan, salah satunya meningkatnya penggunaan lahan untuk perumahan.

Perubahan *slope* dan rata-rata dalam *trend* mencerminkan adanya perubahan mendasar dalam fenomena yang diamati, oleh karenanya informasi dari waktu lalu menjadi kadaluarsa. Mengingat keadaan ini, informasi yang ada harus diberi bobot sesuai dengan usianya. Maka metode peramalan yang sesuai dengan pola data produksi padi sawah Jawa Barat ialah metode *double exponential smoothing*.

2.4 Analisis Trend

Trend merupakan suatu pergerakan data secara umum, seperti menaik-menurun atau tetap konstan sepanjang waktu di suatu nilai rata-ratanya. Dalam konteks data berkala *non-seasonal*, *trend* menjadi perhatian dalam menetapkan model ramalan.

Berikut ini diperlihatkan plot mengenai data produksi padi sawah Jawa Barat beserta *trend*-nya, dengan menggunakan program *Statistica 6.0* :



Gambar 2.

Analisis *Trend* Data Produksi Padi Sawah Jawa Barat

Gambar diatas menunjukkan bahwa data memiliki pola kecenderungan (*trend*) yang menaik dari waktu ke waktu. Dari *output software* diperoleh persamaan *trend*-nya, sebagai berikut:

$$Y_t = 7345728 + 83416,6 * t$$

Akan tetapi *trend* ini kurang mencerminkan pergerakan data yang ada, *trend* tidak naik secara terus-menerus, tetapi ada perubahan dalam *slope*-nya.

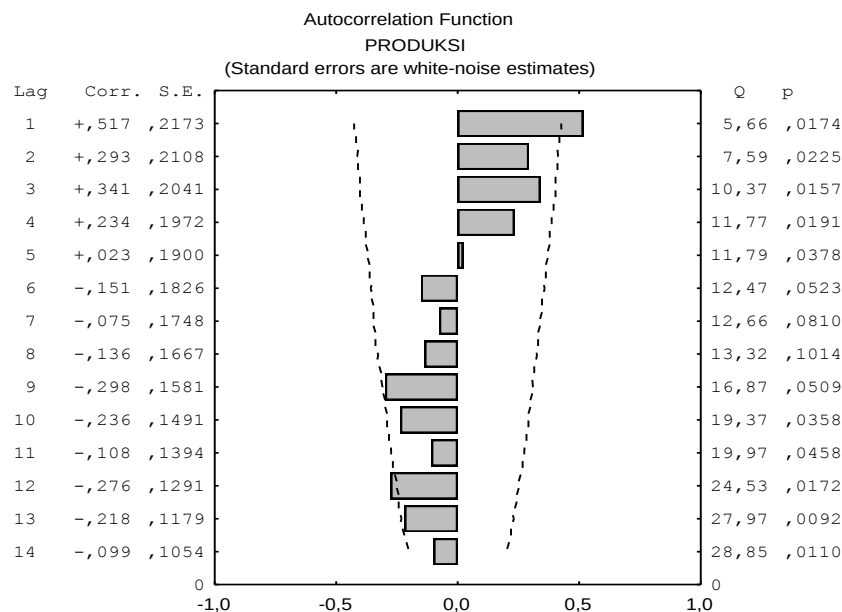
2.5 Penerapan Metode *Exponential Smoothing*

Ada lima tahap pendekatan untuk prosedur peramalan data deret waktu menggunakan metode *exponential smoothing*, yaitu : identifikasi model, pemilihan metode peramalan, penentuan konstanta pemulusan dan hasil, serta pengujian model peramalan.

2.5.1 Identifikasi Model

Inti permasalahan pada tahap ini adalah untuk mengetahui pola dari datanya, yang kemudian dapat digunakan sebagai dasar pemilihan metode peramalan.

Berdasarkan gambar fungsi autokorelasi berikut, dapat disimpulkan bahwa data *produksi padi sawah Jawa Barat* memiliki sebuah *trend*, mengingat nilai autokorelasi *lag 1* signifikan. Selain itu nilai-nilai autokorelasi menurun dalam gelombang sinus, hal ini menunjukkan bahwa dalam data terdapat *trend* yang kuat. (Makridakis : 1998).



2.5.2 Pemilihan Metode Peramalan

Berdasarkan proses pengidentifikasian di atas, pola data mengandung perubahan *slope* dan rata-rata dalam *trend* data, maka metode yang digunakan ialah *double exponential smoothing*. Dimana rumusannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Pemulusan untuk level : } L_n = \alpha z_n + (1 - \alpha)(L_{n-1} + T_{n-1}) \quad (1)$$

$$\text{Pemulusan untuk slope: } T_n = \gamma(L_n - L_{n-1}) + (1 - \gamma)T_{n-1} \quad (2)$$

$$\text{Forecast 1-waktu mendatang : } F_{n+1} = L_n + T_n \quad (3)$$

Dengan, nilai *trend* awal dan pemulusan rata-rata awalnya ialah:

$$T_0 = (z_n - z_t) / (n - 1) \quad (4)$$

$$L_0 = z_t - T_0 / 2 \quad (5)$$

(Bovas and Ledolter : 1983)

2.5.3 Penentuan Konstanta Pemulusan

Nilai konstanta pemulusan didapat dengan cara *trial and error*. Untuk mendapatkan nilai yang optimal, maka dipilih konstanta pemulusan yang menghasilkan *sum square error* minimum. Karena terlalu banyak kombinasi yang harus dicoba, maka untuk mempermudah perhitungan, digunakanlah *program Statistica 6.0*.

Berikut ini sepuluh nilai konstanta pemulusan α dan γ , berdasarkan nilai *sum square error* yang minimum.

Tabel 2.
Nilai Alpha (α) dan Gamma (γ) Optimal

Alpha	Gamma	Mean Error	Mean Abs Error	Sums of Squares	Mean Squares	Mean % Error	Mean Abs % Error
0,300000	0,800000	-23223,8	324504,5	3,045012E+12	1,691673E+11	-0,333060	3,978043
0,300000	0,900000	-16480,9	328349,8	3,060108E+12	1,700060E+11	-0,262313	4,020889
0,300000	0,700000	-32769,8	320244,2	3,063954E+12	1,702197E+11	-0,436619	3,932409
0,600000	0,100000	-49038,5	305853,7	3,071794E+12	1,706552E+11	-0,622773	3,761508
0,700000	0,100000	-36561,1	303909,3	3,093469E+12	1,718594E+11	-0,484220	3,733017
0,400000	0,500000	-31900,1	320869,0	3,101032E+12	1,722796E+11	-0,434725	3,935629
0,400000	0,400000	-47555,0	313121,8	3,110829E+12	1,728238E+11	-0,609211	3,851651
0,300000	0,600000	-46100,9	315370,3	3,118770E+12	1,732650E+11	-0,584862	3,881452
0,500000	0,200000	-58108,0	308475,8	3,123300E+12	1,735167E+11	-0,729770	3,800059
0,500000	0,300000	-41582,5	313478,7	3,125224E+12	1,736236E+11	-0,546071	3,850642

2.5.4 Hasil

Berikut ini hasil peramalan menggunakan Metode *Double Exponential Smoothing (Holt)*, dan plot hasil pemulusannya. Pemulusan *level* (α) = 0,3 dan pemulusan *trend* (γ) = 0,8. Dengan nilai pemulusan awal untuk *level* (L_0) = 6533316, dan nilai pemulusan awal untuk *trend* (T_0) = 134061.

Tabel 3.
Metode Double Exponential Smoothing (*Holt*)

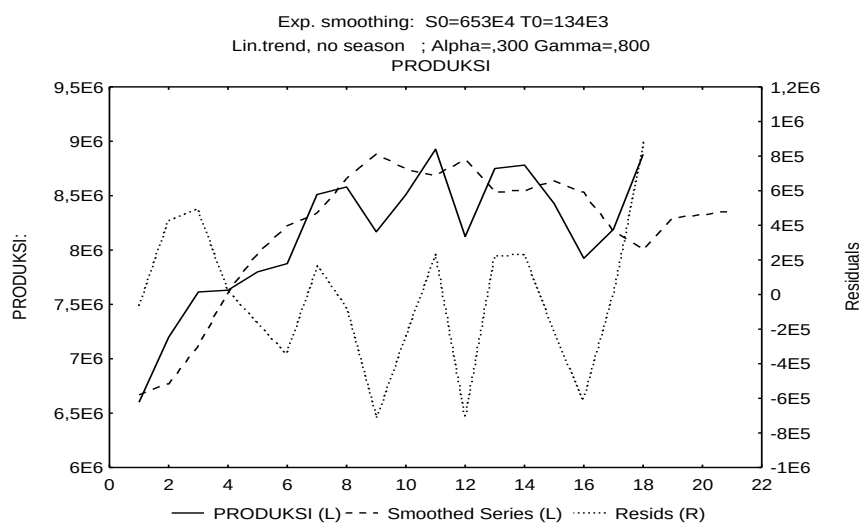
Smoothing Constants

Alpha (level) : 0,3

Gamma (trend) : 0,8

Periode (Tahun)	Produksi (Ton)	Level (L)	Trend (T)	Fits (F)	Residu (e)
0		6533316	134061		
1	6600346	6647268	117974	6667377	-67031
2	7197145	6894812	221630	6765241	431904
3	7614168	7265760	341084	7116443	497725
4	7630934	7614072	346866	7606845	24089
5	7799627	7912544	308151	7960938	-161311
6	7875666	8117187	225344	8220696	-345030
7	8510174	8392824	265579	8342531	167643
8	8580042	8634894	246772	8658402	-78360
9	8167228	8667335	75307	8881666	-714438
10	8509293	8672637	19303	8742642	-233349
11	8926792	8762396	75668	8691940	234852
12	8124487	8623990	-95591	8838063	-713576
13	8749206	8594642	-42597	8528400	220806
14	8781257	8620808	12414	8552044	229213
15	8427816	8571600	-36884	8633222	-205406
16	7923663	8351400	-183536	8534717	-611054
17	8190114	8174539	-178196	8167864	22250
18	8879388	8261256	33734	7996343	883045

Plot data, hasil *pemulusan* dan *residu*, diperlihatkan dalam gambar berikut :



Gambar 4.
Hasil *Pemulusan* dan *Residu*

Berdasarkan gambar diatas, menunjukan bahwa penggunaan α kecil (0,3) memperlihatkan adanya suatu perubahan dalam level rata-rata yang lambat. Dan γ besar (0,8) mengindikasikan perubahan

slope yang cepat. Penggunaan kedua konstanta pemulusan ini menghasilkan error berkisar disekitar nol. Namun demikian, menjelang perubahan *trend* ada sebuah peningkatan drastis dalam error. *Forecast* untuk tiga-waktu mendatang, menunjukan bahwa nilai ramalan tidak mengindikasikan adanya peningkatan atau penurunan. Artinya hasil ramalan cenderung konstan dalam rata-ratanya.

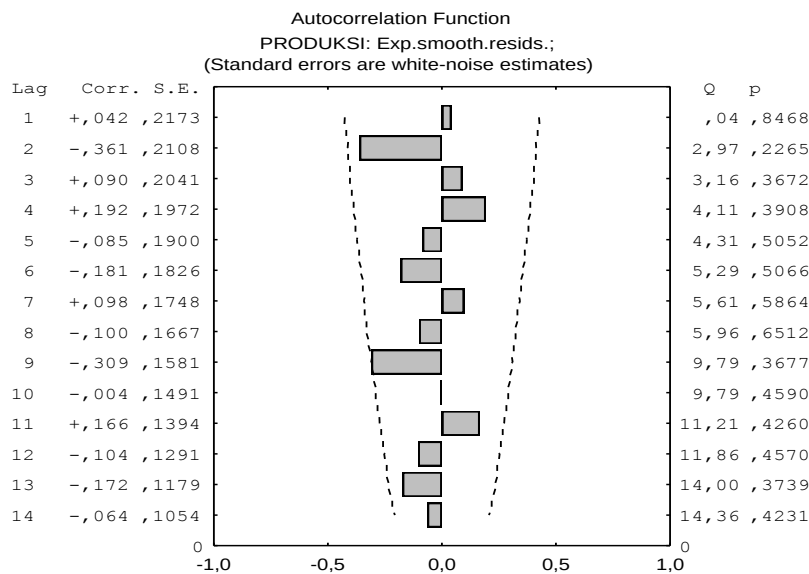
2.5.5 Pengujian Model Peramalan

Pada tahap ini, hasil peramalan diuji menggunakan analisis autokorelasi dari residu, untuk memeriksa bahwa model tersebut cukup memadai untuk peramalan.

Berikut ini adalah plot fungsi autokorelasi residu. Berdasarkan plot tersebut nampak bahwa nilai-nilai $|r_k| < 2se_{r_k}$

$$\text{Standar errornya : } se_{r_k} = \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,24$$

Untuk uji autokorelasi keseluruhan, dilakukan uji *Chi-Square* dari Statistik *Q Box-Pierce*. Nilai *Q* untuk koefisien autokorelasi residu dengan *lag* 14 adalah 7,28 sedangkan dengan melihat tabel *Chi-Square*, didapatkan nilai χ^2 sebesar 23,68 untuk db = 14 dengan tingkat kepercayaan 5 persen.



Gambar 5.
Fungsi Autokorelasi Residu

Pengujian diatas menunjukan bahwa $|r_k| < 2se_{r_k}$ dan nilai *Q Box-Pierce* lebih kecil dari nilai χ^2 tabel (Makridakis : 1998), artinya tidak terdapat autokorelasi dalam residu. Selain itu plot fungsi autokorelasi residu untuk setiap *lag* berada dalam batas $\pm 2 se_{r_k}$ (Bovas dan Ledolter : 1983). Hal ini memperkuat kesimpulan di atas. Ini menunjukan bahwa model peramalan *double exponential smoothing* (Holt) sudah sesuai dengan data.

3 Hasil Penelitian Dan Pembahasan

3.1 Pendahuluan

Berdasarkan hasil penerapan metode *double exponential smoothing* (Holt) dalam bahasan di atas, telah diperoleh model peramalan untuk *l-waktu mendatang* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F_{n+l} &= L_n + T_n l \\ &= 0,3z_n + 0,7L_{n-1} + 0,7T_{n-1} + 0,8L_n l - 0,8L_{n-1} l + 0,2T_{n-1} l \end{aligned}$$

3.2 Forecast Tiga Periode-Waktu Mendatang

Model *Holt* terpilih adalah model dengan nilai konstanta pemulusan α sebesar 0,3 dan γ sebesar 0,8, sehingga hasil ramalan untuk tiga periode-waktu mendatang ialah :

Tabel 4.
Ramalan Tiga-Waktu Mendatang

Periode	Produksi	Fits	Error
2001	8897551	8294991	602560
2002	8871381	8328725	542656
2003	8256888	8362459	-105571

3.3 Ukuran Ketepatan Model Peramalan

Nilai-nilai ukuran ketepatan peramalan untuk metode *Double Exponential Smoothing (Holt)* dan metode *Moving Averages (MA)* (sebagai salah satu metode pembandingan) dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.
Ukuran Ketepatan Peramalan Model *Holt*

Ukuran Error	Nilai Error
MSE	1,692 E+11
MPE	-0,33 %
MAPE	3,98 %

Tabel 6.
Ukuran Ketepatan Peramalan Model *MA*

Ukuran Error	Nilai Error
MSE	1,877 E+11
MPE	1,81 %
MAPE	4,46 %

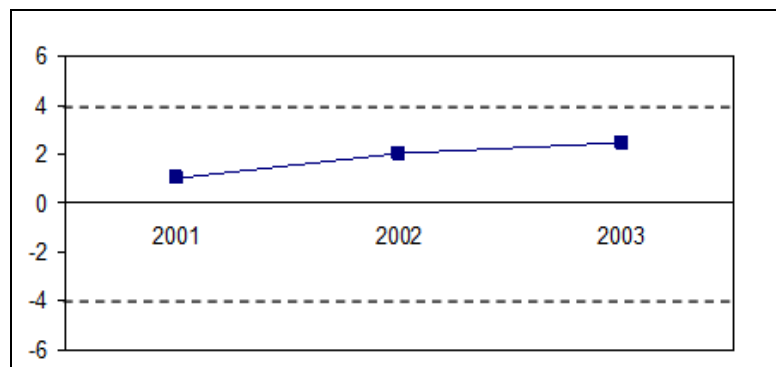
Pengukuran ketepatan peramalan dari kedua metode di atas, digunakan MSE dan MAPE. Semakin kecil nilai MSE dan MAPE, maka ketepatan peramalan akan semakin tinggi. Sedangkan untuk nilai MPE, adalah untuk mengukur *ketakbiasan*.

Berdasarkan tabel di atas, nilai MSE dan MAPE untuk metode *Holt* lebih kecil dibandingkan dari metode *MA*. Begitu pula untuk nilai MPE, model *Holt* lebih mendekati nol, menunjukkan bahwa model ini *takbias*.

3.4 Pengujian Keandalan Model Peramalan

Keandalan suatu model peramalan dapat dilihat berdasarkan nilai *tracking signal*-nya. Batas-batas nilai *tracking signal* yang diterima, yaitu ± 4 (V. Gaspersz : 2004), dan ± 4 atau ± 5 (Bovas dan Ledolter : 1983).

Berikut ini gambar *tracking signal*, hasil evaluasi tiga data tahun terakhir dengan hasil ramalannya.



Gambar 6.
Tracking Signal

Berdasarkan gambar diatas, nilai tracking signal untuk peramalan selama tiga periode masih berada didalam batas. Ini menunjukkan bahwa model peramalan masih bisa digunakan untuk meramalkan *1-waktu mendatang*. Jika pada peramalan selanjutnya, nilai *tracking signal* berada diluar batas, maka perlu ditentukan model peramalan yang baru.

Berdasarkan analisis-analisis yang telah dilakukan, ramalan *produksi padi sawah Jawa Barat* untuk periode mendatang berkisar pada nilai 8328725 dengan asumsi faktor-faktor yang mempengaruhinya bersifat konstan.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Jumlah data series produksi padi sawah Jawa Barat yang minim, menyebabkan kesulitan dalam tahap identifikasi model. Hal ini disebabkan karena plot data dan fungsi autokorelasi kurang menunjukkan pola lain dari data yang mungkin dapat dianalisis, misalnya adanya pola musiman atau siklis.

Penggunaan *software* dalam menentukan konstanta pemulusan optimal sangat efisien dibandingkan melalui proses *trial and error*.

Nilai ramalan untuk masing-masing *software* akan berbeda. Karena penentuan nilai awal S_0 tidak sama untuk masing-masing *software*.

Hasil ramalan yang diperoleh menunjukkan bahwa produksi padi sawah Jawa Barat untuk tiga periode-waktu mendatang cenderung konstan dalam rata-ratanya.

4.2 Saran

Untuk memberikan keakuratan peramalan dan mempermudah penentuan model peramalan dalam tahap identifikasi, diharapkan jumlah data deret waktu yang tersedia cukup memadai, sesuai dengan metode yang akan digunakan. Karena peramalan merupakan proses yang rumit, maka diperlukan *Software* atau program komputer untuk memudahkan dan membantu praktisi dalam proses peramalan.

Selama kondisi data series *produksi padi sawah Jawa Barat* tidak mengalami perubahan yang menyebabkan berubahnya pola dalam data, maka model peramalan menggunakan metode *Double Smoothing Exponential (Holt)* dapat digunakan sebagai dasar peramalan periode selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, B., & Ledolter, J. (1983). *Statistical Methods for Forecasting*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- BPS. (2001). *Produksi Padi dan Palawija Jawa Barat*. Bandung: BPS Propinsi Jawa Barat.
- Hanke, J. E. (2003). *Peramalan Bisnis*. Jakarta: PT. Prenhallindo.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGree, V. E. (1998). *Forecasting Methods and Application* (3rd ed.). USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGree, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan* (Kedua ed.). (H. Suminto, Penerj.) Jakarta: Interaksara.
- Sugiarto, & Harijono. (2000). *Peramalan Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA SMU DAN ALIYAH MELALUI PEMBELAJARAN *OPEN ENDED*

Yani Ramdani

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Islam Bandung

yani_ramdani@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh penerapan model pembelajaran *open ended* terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa SMU dan Aliyah. Desain penelitian adalah kuasi eksperimen dengan perbandingan kelompok statis yang melibatkan 70 siswa Sekolah Menengah Umum dan 70 siswa Madrasah Aliyah mahasiswa di Kota Bandung. Instrumen penelitian meliputi pengetahuan awal mahasiswa (PAM), tes kemampuan penalaran, dan bahan ajar. Data dianalisis dengan Mann-Whitney U, ANAVA dua jalur, dan Kruskal Wallis. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa yang memperoleh pembelajaran matematika dengan model *open ended* lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan jenis sekolah terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa. Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan pengetahuan awal matematis siswa terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis.

Kata Kunci: Pembelajaran *Open Ended*, Konvensional, dan Penalaran Matematis

1 Pendahuluan

Penalaran diartikan sebagai proses berfikir sebagai upaya penjelasan untuk memperlihatkan hubungan antara dua atau lebih berdasarkan sifat-sifat atau hukum-hukum tertentu yang sudah terbukti kebenarannya melalui langkah-langkah tertentu dan berakhir dengan sebuah kesimpulan (Kusumah, 1986). Proses berfikir menurut alur kerangka berfikir tertentu, proses berfikir dengan bertolak dari pengamatan indera atau observasi empiris, yang menghasilkan sejumlah pengertian dan proposisi (Suriasumantri, dalam Alamsyah: 2000). Penalaran matematis merupakan suatu kebiasaan pekerjaan otak seperti halnya kebiasaan yang lain. Dengan demikian, penalaran matematis menawarkan suatu cara untuk mengembangkan wawasan siswa tentang fenomena.

Dalam pendidikan matematika, kemampuan penalaran merupakan salah satu kemampuan berfikir tingkat tinggi yang harus dimiliki oleh siswa. Standar kurikulum dan evaluasi untuk matematika sekolah (NCTM, 1989) juga telah mengidentifikasi bahwa, komunikasi, penalaran (*reasoning*), dan *problem solving* merupakan proses yang penting dalam pembelajaran matematika dalam upaya menyelesaikan masalah-masalah matematika. Kemampuan bernalar harus dikembangkan secara konsisten menggunakan berbagai macam konteks. Turmudi (2009) menyatakan bahwa untuk membangun keterampilan penalaran, hendaknya guru-guru membantu siswa berargumentasi. Guru harus membantu mengembangkan kemampuan berargumentasi siswa melalui pengungkapan gagasan, mengeksplorasi gejala, menjustifikasi hasil, dan menggunakan konjektur dalam semua cabang matematika dengan harapan-harapan yang berbeda, sehingga matematika dapat masuk akal. Argumen yang dimaksud meliputi deduksi logis yang kuat tentang kesimpulan suatu hipotesis dan hendaknya para siswa menghargai nilai-nilai argumen yang demikian.

Pengembangan kemampuan penalaran matematis ini belum dapat tercapai secara optimal dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Marpaung (Tahmir, 2008) bahwa paradigma mengajar saat ini mempunyai ciri-ciri antara lain: (1) guru aktif, siswa pasif; (2) pembelajaran berpusat kepada guru; (3) guru mentransfer pengetahuan kepada siswa; (4) pemahaman siswa

cenderung bersifat instrumental; (5) pembelajaran bersifat mekanistik; dan (6) siswa diam (secara fisik) dan penuh konsentrasikan (mental) memperhatikan apa yang diajarkan guru. Selanjutnya dinyatakan juga bahwa hasil pembelajaran yang berdasarkan paradigma mengajar tersebut, antara lain adalah: (1) siswa tidak senang pada matematika; (2) pemahaman siswa terhadap matematika rendah; (3) kemampuan menyelesaikan masalah (*problem solving*), bernalar (*reasoning*), berkomunikasi secara matematis (*communication*), dan melihat keterkaitan antara konsep-konsep dan aturan-aturan (*connection*) rendah. Dengan melihat kenyataan tersebut, untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis, maka pembelajaran perlu diperbaiki, salah satunya melalui inovasi dalam merancang model pembelajaran.

Depdiknas (2006) menyatakan bahwa, agar siswa memiliki kemampuan berfikir matematis maka pembelajaran matematika harus diawali dengan sajian masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*). Penelitian Suryadi (2005) tentang pengembangan berfikir matematika tingkat tinggi melalui pendekatan tidak langsung, terdapat dua hal yang mendasar yang perlu mendapat pengkajian serta penelitian lebih lanjut dan mendalam yaitu hubungan siswa-materi dan hubungan siswa-guru. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa untuk mendorong terjadinya suatu aksi mental, proses pembelajaran harus diawali oleh sajian masalah yang memuat tantangan bagi siswa untuk berfikir. Selain itu proses pembelajaran, juga harus dapat memfasilitasi siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan atau konsep secara mandiri sehingga siswa akan mampu menemukan kembali pengetahuan (*reinvention*). Salah model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa adalah model pembelajaran *open ended*. Tujuan dari pembelajaran *Open-Ended problem* menurut Nohda (Suherman, dkk, 2003; 124) ialah untuk membantu mengembangkan kegiatan kreatif dan pola pikir matematis siswa melalui *problem posing* secara simultan. Kemampuan berpikir kreatif dan pola pikir matematis akan mengantarkan siswa pada kemampuan bernalar.

Implementasi model pembelajaran *Open-Ended* memberikan kesempatan kepada siswa untuk menginvestigasi berbagai strategi dan cara yang diyakininya sesuai dengan kemampuan mengelaborasi permasalahan. Tujuannya adalah agar kemampuan berpikir matematika siswa dapat berkembang secara maksimal dan pada saat yang sama kegiatan-kegiatan kreatif dari setiap siswa terkomunikasi melalui proses pembelajaran. Inilah yang menjadi pokok pikiran pembelajaran dengan *Open-Ended*, yaitu pembelajaran yang membangun kegiatan interaktif antara matematika dan siswa sehingga mengundang siswa untuk menjawab permasalahan melalui berbagai strategi. Contoh penerapan masalah *Open-Ended* dalam kegiatan pembelajaran adalah ketika siswa diminta mengembangkan metode, cara atau pendekatan yang berbeda dalam menjawab permasalahan yang diberikan bukan berorientasi pada jawaban (hasil) akhir.

Adapun kecenderungan pembelajaran matematika pada saat ini, belum memfasilitasi siswa untuk melakukan investigasi dan melakukan eksplorasi pengetahuan secara bebas. Guru masih aktif menjelaskan materi pelajaran, memberikan contoh dan latihan sedangkan siswa bertindak seperti mesin, siswa mendengar, mencatat dan mengerjakan latihan yang diberikan guru. Dalam proses pembelajaran, matematika disajikan dalam bentuk konsep-konsep dasar, penjelasan konsep melalui contoh, dan latihan penyelesaian soal. Proses pembelajaran tersebut pada umumnya dilaksanakan sejalan dengan pola sajian seperti yang tersedia dalam buku rujukan. Proses pembelajaran seperti ini lebih cenderung mendorong proses berfikir reproduktif sebagai akibat dari proses penalaran yang dikembangkan lebih bersifat imitatif. Situasi seperti ini kurang memberikan ruang untuk meningkatkan kemampuan berfikir tingkat tinggi serta berfikir kritis dan kreatif bagi siswa, karena siswa cenderung untuk menyelesaikan masalah matematika dengan melihat contoh yang sudah ada, sehingga ketika diberikan soal non rutin, siswa kesulitan. Dalam kondisi seperti ini, siswa tidak diberikan banyak waktu untuk menemukan pengetahuan sendiri karena pembelajaran lebih didominasi guru. Diskusi kelas atau kelompok sering tidak dilaksanakan sehingga interaksi dan komunikasi antara siswa dengan siswa lain dan siswa dengan guru tidak muncul. Adapun rumusan masalah penelitiannya adalah sebagai berikut:

- 1) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis antara siswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Open Ended* dibandingkan dengan siswa yang pembelajaran matematikanya secara konvensional?

- 2) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa menurut interaksi antara model pembelajaran (*Open Ended* dan konvensional) dengan pengetahuan awal matematika (PAM)?
- 3) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis menurut interaksi antara model pembelajaran (*Open Ended* dan konvensional) dengan latar belakang pendidikan siswa (SMU dan Madrasah Aliyah)?

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis secara komprehensif perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis antara siswa yang pembelajaran matematikanya dengan model pembelajaran *Open Ended* dibandingkan dengan siswa yang pembelajaran matematikanya secara konvensional.
- 2) Menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa menurut interaksi antara model pembelajaran (*Open Ended* dan konvensional) dengan pengetahuan awal matematika (PAM).
- 3) Menganalisis perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa menurut interaksi antara model pembelajaran (*Open Ended* dan konvensional) dengan latar belakang pendidikan (SMU dan Madrasah Aliyah).

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian maka hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran khususnya dalam upaya meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa. Dalam konteks pendidikan, penelitian ini memberikan sumbangan konseptual-ilmiah terutama berkaitan dengan apa yang disebut oleh Coie, et. al. (1993) sebagai "*Science of Prevention*" yang pembahasannya secara mendalam masih sangat sedikit.
- 2) Bagi peneliti, dari hasil analisis terhadap penerapan model pembelajaran *Open Ended* diharapkan dapat mengembangkan model pembelajaran tersebut untuk memacu mengembangkan dan menyusun bahan ajar serta buku ajar yang dapat digunakan sebagai acuan bagi para pengajar.

2 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen yang diawali oleh pengembangan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian berupa tes pengetahuan awal matematika (PAM) dan tes kemampuan penalaran matematis. Populasi penelitian adalah siswa SMU dan MA Kota Bandung. Sampel penelitian adalah 140 siswa. Data penelitian berupa skor hasil pretes, postes, dan data pengetahuan awal matematika (PAM). Teknik pengolahan data dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Untuk tujuan 1 yaitu melihat kategori peningkatan kemampuan penalaran matematis digunakan uji gain ternormalisasi menurut Meltzer (2002) dengan rumus:

$$\text{Gain ternormalisasi } (g) = \frac{\text{Skor Postes} - \text{Skor Pretes}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretes}}$$

Dengan kategori gain ternormalisasi (g) adalah: $g < 0,3$ adalah rendah; $0,3 \leq g < 0,7$ adalah sedang; dan $0,7 \leq g$ adalah tinggi. Statistik uji yang digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan penalaran matematis antara siswa dengan metode *Open Ended* dibandingkan secara konvensional digunakan uji Mann-Whiney (U). Untuk tujuan 2 digunakan ANOVA dua jalur. Untuk tujuan 3 digunakan uji nonparametrik yaitu uji Mann-Whitney (U) dan Uji Kruskal Wallis.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis

Subjek penelitian ini diikuti oleh 140 siswa yang terdiri dari 70 siswa SMU dan 70 siswa Aliyah. Pengelompokan siswa didasarkan pada hasil tes pengetahuan awal matematika (PAM) siswa. Banyaknya siswa yang berada pada kelompok atas, tengah, dan bawah pada kategori sekolah SMU dan Aliyah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok PAM Siswa berdasarkan Kategori Sekolah

Kelompok Siswa	Kategori Sekolah		Total
	SMU	Aliyah	
Atas	14	12	26
Tengah	36	34	70
Bawah	20	24	44
Total	70	70	140

Untuk mengetahui sejauhmana peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa dengan model pembelajaran *Open Ended*, digunakan uji gain ternormalisasi menurut Melzer (2002).

Berdasarkan hasil perhitungan dengan skor ideal 80 diperoleh rata-rata gain ternormalisasi (g) = 0.520366 dengan kriteria sedang. Dengan demikian peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa dengan model pembelajaran *open ended* berada pada kriteria sedang.

b. Perbandingan Kemampuan Penalaran Matematis

Pengujian Hipotesis 1:

Hipotesis 1 diuji dengan anova 1 jalur, Hipotesis yang diuji adalah H_0 : Tidak terdapat perbedaan kemampuan penalaran matematis antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran *Open Ended* dengan Konvensional. Rangkuman hasil uji Anova 1 jalur disajikan pada Tabel 2 berikut,

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Perbedaan Kemampuan Penalaran Matematis

Pendekatan	Jumlah Kuadrat	Df	Rerata Jumlah Kuadrat (RJK)	F_{Hitung}	F_{Tabel}	Sig. (α)
Antar Kelompok	785.5367	1	54202.03	4.097082	3.91	0.05
Inter Kelompok	13229.42	136	191.7308			

Dari tabel distribusi F dengan derajat kebebasan 1 dan 136 dengan tahap keberartian $\alpha = 0.05$ diperoleh nilai $F_{Tabel} = 3.91$. Mengingat $F_{Hitung} = 4.097082$ lebih besar daripada $F_{Tabel} = 3.91$, maka hipotesis yang menyatakan bahwa perbedaan itu tidak ada, ditolak, artinya terdapat perbedaan kemampuan penalaran matematis antara siswa yang mendapatkan model pembelajaran matematika Kontekstual dengan Konvensional.

Pengujian Hipotesis 2:

Hipotesis 2 diuji dengan Anova dua jalur, Hipotesis yang diuji adalah: H_0 : Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran *Open Ended* dan Konvensional dengan kategori sekolah terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis. Rangkuman hasil uji Anova dua jalur disajikan pada Tabel 3 berikut,

Tabel 3. Perbedaan Kemampuan Penalaran Matematis berdasarkan Model Pembelajaran dan Kategori Sekolah

Sumber	Jumlah Kuadrat	Df	Rerata Kuadrat	F_{Hitung}	F_{Tabel}	H_0
Kategori Sekolah	73.95045	1	73.95045	0.571998	3.91	Diterima
Model pembelajaran	6606.879	1	6606.879	51.10346	3.91	Diterima
Interaksi	16215.78	1	16215.78	125.4272	3.91	Diterima
Total	17324.11	136	129.2844			

Dari Tabel 3, nampak nilai $F_{hitung} = 125.4272$ dengan nilai $F_{Tabel} = 3.91$ dengan $\alpha = 0.05$, maka Hipotesis nol (H_0) ditolak. Hal ini berarti terdapat interaksi antara model pembelajaran dengan kategori sekolah terhadap kemampuan penalaran matematis siswa.

Pengujian Hipotesis 3:

Untuk menguji Hipotesis 3 digunakan uji Anova dua jalur. Hipotesis yang diuji adalah H_0 : Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran *Open Ended* dan Konvensional dengan pengetahuan awal matematika (atas, sedang, rendah) terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis. Rangkuman hasil Uji Anova dua jalur disajikan pada Tabel 4 berikut,

Tabel 5. Perbedaan Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis berdasarkan Model Pembelajaran dan PAM

Sumber	Jumlah Kuadrat	df	Rerata Kuadrat	F_{Hitung}	F_{Tabel}	H_0
Pendekatan	14329.07	1	14329.07	16.63002	3.92	Ditolak
PAM	4.588776	1	4.588776	0.005326	3.92	Diterima
Interaksi	342.3482	1	342.3482	0.397322	3.92	Diterima
Total	4308.193	5	861.6385			

Dari Tabel 5, diperoleh nilai $F_{Hitung} = 0.397322$ lebih kecil dari nilai $F_{Tabel} = 2.44$ dengan $\alpha = 0.05$, maka hipotesis nol (H_0) diterima. Hal ini berarti tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dengan PAM terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa.

c. Pembahasan

Model pembelajaran *Open-Ended* memberikan kesempatan kepada siswa untuk menginvestigasi berbagai strategi dan cara yang diyakininya sesuai dengan kemampuan mengelaborasi permasalahan. Tujuannya adalah agar kemampuan berpikir matematika siswa dapat berkembang secara maksimal dan pada saat yang sama kegiatan-kegiatan kreatif dari setiap siswa terkomunikasi melalui proses pembelajaran. Inilah yang menjadi pokok pikiran pembelajaran dengan *Open-Ended*, yaitu pembelajaran yang membangun kegiatan interaktif antara matematika dan siswa sehingga mengundang siswa untuk menjawab permasalahan melalui berbagai strategi. Dalam pembelajaran *Open ended*, guru diharapkan dapat mengangkat pemahaman dalam berpikir matematika sesuai dengan kemampuan individu. Meskipun pada umumnya guru akan mempersiapkan dan melaksanakan pembelajaran sesuai dengan pengalaman dan pertimbangan masing-masing. Guru bisa membelajarkan siswa melalui kegiatan-kegiatan matematika tingkat tinggi yang sistematis atau melalui kegiatan-kegiatan matematika yang mendasar untuk melayani siswa yang kemampuannya rendah. Pendekatan uniteral semacam ini dapat dikatakan terbuka terhadap kebutuhan siswa ataupun terbuka terhadap ide-ide matematika.

Hasil perbandingan kemampuan penalaran matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran matematika dengan *open ended* secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Sedangkan untuk jenis sekolah (SMU dan Aliyah) dan pengetahuan awal matematika kedua model pembelajaran yang digunakan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa pembelajaran *Open Ended* lebih berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini disebabkan model pembelajaran *Open Ended* lebih menekankan pada pemahaman materi secara bermakna dengan mendekatkan siswa pada persoalan-persoalan matematika yang dekat dengan kehidupan siswa dan pengetahuan awal siswa, sehingga siswa memperoleh kesempatan untuk mengevaluasi suatu situasi atau masalah dengan mengidentifikasi unsur-unsur yang diperlukan, melakukan penyelidikan, mengeksplorasi, memecahkan masalah, dan melakukan refleksi. Siswa berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran dan sering mengekspresikan idenya. Siswa memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan matematis secara komprehensif. Siswa dengan kemampuan matematika rendah dapat merespon permasalahan dengan cara mereka sendiri. Siswa secara intrinsik termotivasi untuk memberikan bukti atau penjelasan. Disamping itu, siswa memiliki pengalaman banyak untuk menemukan sesuatu dalam menjawab permasalahan. Adapun peran guru adalah sebagai fasilitator dan memberikan bantuan apabila diperlukan. Pembelajaran konvensional lebih menekankan pada persoalan matematika secara rutin sehingga siswa menyelesaikannya secara algoritmik.

Berdasarkan uraian di atas, maka keunggulan pembelajaran *Open-Ended* menurut Suherman, (2003:132) antara lain: (1) Siswa berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran dan sering mengekspresikan idenya; (2) Siswa memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan matematik secara komprehensif; (3) Siswa dengan kemampuan matematika rendah dapat merespon permasalahan dengan cara mereka sendiri; (4) Siswa secara instrinsik termotivasi untuk memberikan bukti atau penjelasan; dan (5) Siswa memiliki pengalaman banyak untuk menemukan sesuatu dalam menjawab permasalahan. Disamping keunggulan, menurut Suherman, dkk (2003:133) terdapat pula kelemahan dari pendekatan *Open-Ended*, diantaranya: (1) Membuat dan menyiapkan masalah matematika yang bermakna bagi siswa bukanlah pekerjaan mudah; (2) Mengemukakan masalah yang langsung dapat dipahami siswa sangat sulit sehingga banyak siswa yang mengalami kesulitan bagaimana merespon permasalahan yang diberikan; (3) Siswa dengan kemampuan tinggi bisa merasa ragu atau mencemaskan jawaban mereka; (4) Mungkin ada sebagian siswa yang merasa bahwa kegiatan belajar mereka mereka tidak menyenangkan karena kesulitan yang mereka hadapi.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis, temuan, dan pembahasan yang telah dikemukakan di atas, diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa dengan pembelajaran *Open Ended* rata-rata termasuk sedang.
- b. Peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa dengan model pembelajaran *Open Ended* dibandingkan secara konvensional.
- c. Terdapat interaksi antara model pembelajaran (*Open Ended* dan Konvensional) dengan kategori sekolah (SMU dan MA) terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis.
- d. Tidak terdapat interaksi antara pendekatan pembelajaran (*Open ended* dan Konvensional) dengan pengetahuan awal matematika (Tinggi, Sedang, dan Rendah) terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti mengusulkan beberapa saran bagi peneliti lebih lanjut dan pihak terkait sebagai berikut:

- a. Model pembelajaran *Open Ended* hendaknya terus dikembangkan dan dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan guru dalam pembelajaran matematika.
- b. Dalam mengimplementasikan pembelajaran *Open Ended* perlu mempertimbangkan pengetahuan awal matematika siswa dan bahan ajar yang berbasis masalah kontekstual dengan harapan dapat menantang berfikir siswa dan memicu terjadinya konflik kognitif, sehingga dapat mengembangkan setiap aspek kemampuan matematis secara optimal.
- c. Dengan memperhatikan temuan dari hasil penelitian bahwa pembelajaran *Open Ended* dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa, maka diharapkan penerapannya menjadi bahan masukan bagi pengambil kebijakan dan dapat melakukan diseminasi pada wilayah yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Depdiknas, 2006. *Kurikulum Matematika SMP/MTs*. Dirjend Manajemen Dikdasmen. Jakarta.
- Johnson, EB, 2002. *Contextual Teaching and Learning*. California: Corwin Press, Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics, (1989) *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA.: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*, Reston, Virginia.
- Tahmir, S.(2008). *Model Pembelajaran RESIK Sebagai Strategi Mengubah Paradigma Pembelajaran Matematika di SMP yang Teachers Oriented Menjadi Student Oriented*. Laporan

Penelitian Hibah Bersaing Dikti. [online] Tersedia:
http://www.puslitjaknov.org/data/file/2008/makalah_poster_session_pdf/Suradi_ModelPembelajaranResiksebagaiStrategi.pdf. [15 Maret 2009].

Ruseffendi, E. T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.

Sabandar, J. (2003). *Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Matematika*. Makalah: tidak diterbitkan.

Suryadi, D (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung Serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berfikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Disertasi pada PPS UPI: tidak diterbitkan.

Sumarmo, U. (2000). *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Intelektual Tingkat Tinggi Siswa Sekolah Dasar*. Laporan Penelitian FMIPA UPI. Tidak diterbitkan.

Utari-Sumarmo. (2006). *Berfikir Matematik Tingkat Tinggi: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa Sekolah Menengah dan Mahasiswa Calon Guru*. Makalah disajikan pada Seminar Pendidikan Matematika di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Padjadjaran Tanggal 22 April 2006: tidak diterbitkan.

PENINGKATAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA MTS DENGAN MENGGUNAKAN *VIRTUAL MANIPULATIVE* DALAM *CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING* (CTL)

Luvy Sylviana Zanthi

Jurusan Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi Bandung
luvy_zanthi@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan (minimal 2 berbeda) peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL), siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol). Sampel penelitian ini adalah siswa MTs Asih Putera Cimahi kelas VII yang terdiri dari 3 kelas yang dipilih secara *purposive sampling*. Pengujian hipotesis ini menggunakan Uji F atau ANOVA satu jalur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL), siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol).

Kata kunci: *Virtual Manipulative*, *Contextual Teaching and Learning* (CTL), Komunikasi Matematis

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada abad ke 21 ini, peranan komputer telah banyak dirasakan di berbagai sektor kehidupan, komputer bukan lagi hal asing bagi setiap orang. Dalam sektor pendidikan, pemanfaatan komputer sudah berkembang tidak hanya sebagai alat yang hanya dipergunakan untuk urusan administrasi saja, melainkan juga dimungkinkan untuk digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemilihan media pembelajaran. Sebagai contoh, dengan adanya komputer multimedia yang mampu menampilkan gambar maupun teks yang diam dan bergerak (animasi) serta bersuara sudah saatnya untuk dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan media pembelajaran yang efektif.

Sejalan dengan hal di atas, Souveniy & Al-Krismanto (dalam Depdiknas, 2004) mengungkapkan bahwa penggunaan komputer sebagai media pembelajaran matematika sebetulnya telah lama berkembang. Negara-negara maju seperti Amerika dan Inggris bahkan telah memasarkan ratusan atau mungkin ribuan paket program, baik yang bisa kita akses secara bebas ataupun dengan cara membelinya, bahkan berbagai macam penelitian tentang keberhasilan dan keterbatasan penggunaan komputer telah banyak dilakukan pada negara-negara yang telah banyak melakukannya sebagai media pembelajaran matematika.

Meskipun keterampilan komunikasi merupakan salah satu keterampilan yang harus dikuasai siswa, namun kenyataan di lapangan memperlihatkan bahwa keterampilan tersebut belum dilatihkan secara maksimal (Sa'dizah, dalam Mudzakir, 2006). Siswa seringkali hanya menerima ide-ide yang diungkapkan guru tanpa mempertimbangkannya lebih lanjut. Akibatnya siswa tidak memahami materi pelajaran secara mendalam. Jika dibiarkan, hal ini akan memberikan peluang siswa tidak menyenangi mata pelajaran matematika.

Akhir-akhir ini pembelajaran dengan komputer memunculkan pembaharuan dalam pembelajaran matematika di mana komputer digunakan sebagai alat bantu berpikir atau *mindtools*. Siswa

mengembangkan kerangka berpikirnya dengan bantuan komputer (Jonassen, 2000). Sebagai *mindtools* komputer bukan hanya jadi guru yang memaparkan suatu materi tetapi juga sebagai "partner" intelektual, membantu siswa mengkonstruksi pengetahuannya, mendukung kemampuan eksplorasi siswa pada suatu topik tertentu, dan membantu siswa memahami keterkaitan antar konsep (Jonassen, 2000).

Dengan menggunakan komputer siswa dimungkinkan merepresentasikan gagasannya dalam berbagai cara, baik tulisan, gambar maupun verbal. Visualisasi dan animasi konsep matematik dengan mudah dapat dilakukan dengan memanfaatkan komputer. Dengan visualisasi dan animasi akan membantu siswa memahami konsep matematika yang abstrak dari hal-hal yang lebih kongkrit. Disamping itu siswa diharapkan dapat diajak mengajukan pertanyaan, membuat dugaan dan lebih jauh mengskplorasi konsep-konsep matematika.

Berdasarkan beberapa pandangan tentang pengaruh penggunaan komputer, maka penggunaan *Virtual Manipulative* dalam mempresentasikan berbagai masalah dalam materi pelajaran matematika, diasumsikan mempunyai pengaruh terhadap daya serap siswa. Jika siswa memiliki daya serap yang tinggi terhadap materi pelajaran, maka tentu hasil belajar siswa pun akan memuaskan.

Virtual Manipulative merupakan salah satu dari beberapa *software* (perangkat lunak) yang merupakan aplikasi komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan matematika. *Virtual Manipulative* adalah sebuah representasi, *virtual* interaktif berbasis web dari sebuah objek dinamis yang menyajikan peluang untuk membangun pengetahuan matematika.

Pembelajaran yang cocok dengan uraian diatas adalah *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Dalam *Contextual Teaching and Learning* (CTL), siswa diberi kesempatan untuk mengkonstruksi konsep matematika yang sedang dipelajari melalui model *inquiri*. Selama proses *inquiri*, siswa belajar bersama kelompok diharapkan akan terjadi *sharing* pengetahuan. Siswa bisa bertanya kepada guru, teman sekelompok, bahkan ke kelompok yang lainnya. Selain itu, siswa bisa melihat model yang tersedia, baik yang diberikan oleh guru ataupun model yang tersedia di alam sekitar.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang **Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa MTs dengan menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (CTL).**

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelas yang menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL) dengan kelas yang menggunakan *Virtual Manipulatives* (VM) dan kelas yang tidak memperoleh perlakuan (K)?
2. Apakah ada perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelas yang menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL) dengan kelas yang menggunakan *Virtual Manipulatives* (VM) dan kelas yang tidak memperoleh perlakuan (K)?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui perbedaan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelas yang menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL) dengan kelas yang menggunakan *Virtual Manipulatives* (VM) dan kelas yang tidak memperoleh perlakuan (K)?
2. Mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelas yang menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL) dengan kelas yang menggunakan *Virtual Manipulatives* (VM) dan kelas yang tidak memperoleh perlakuan (K)?

Sedangkan manfaat penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis
 - a. Sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan komunikasi matematis siswa MTs dengan menggunakan *virtual manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (CTL).
 - b. Sebagai pijakan untuk mengembangkan penelitian-penelitian yang menggunakan *virtual manipulative* dalam meningkatkan kualitas pendidikan.
2. Manfaat praktis
 - a. Bagi siswa, proses pembelajaran ini dapat meningkatkan komunikasi matematis dan prestasi belajar siswa.
 - b. Bagi guru, penelitian ini merupakan masukan dalam memperluas pengetahuan dan wawasan tentang model pembelajaran, terutama dalam rangka meningkatkan komunikasi matematis siswa.
 - c. Bagi sekolah, penelitian dapat memberikan sumbangan dalam rangka perbaikan model pembelajaran matematika di sekolah.
 - d. Bagi penulis, dapat memperoleh pengalaman langsung dengan menggunakan *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (CTL).

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pre-test Post test Control Group Design*. Adapun desain penelitiannya adalah sebagai berikut:

A	O	X ₁	O
A	O	X ₂	O
A	O		O

Dimana :

A : Pemilihan sampel secara acak

O : Observasi Pretes dan Posttest

X₁: Perlakuan pada kelas VM-CTL

X₂: Perlakuan pada kelas CTL

2.2 Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *Virtual Manipulative-Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL), *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan kelas kontrol (K), sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan komunikasi matematis siswa.

2.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa MTs se-Kota Cimahi. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII MTs pada salah satu sekolah yang berada di Cimahi yang terdiri dari tiga kelas yang dipilih dengan menggunakan teknik *Randomized Cluster Sampling*.

2.4 Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah instrumen tes berupa tes bentuk uraian untuk mengukur kemampuan siswa dalam komunikasi matematis. Sebelum dilakukan uji coba instrumen, maka soal yang akan di berikan harus di uji validitasnya. Menurut Russefendi (1991), untuk melihat bahwa tes itu berdasarkan isinya valid, seseorang harus melihat bahwa sampel yang dipilih secara benar mewakili bahan yang akan diujikan dan tujuan-tujuan dari soal yang di buat untuk ujian itu sesuai dengan tujuan yang dikandung oleh bahan yang sampelnya di ambil. Dalam hal ini peneliti melibatkan pihak yang berkompeten untuk memeriksa validitasnya yakni pembimbing dan pakar pendidikan matematika.

2.5 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan prosedur yang melalui tahapan alur kerja penelitian yang diawali dengan studi pendahuluan untuk merumuskan identifikasi masalah, rumusan masalah, dan studi literatur yang pada akhirnya diperoleh perangkat penelitian berupa bahan ajar, pendekatan pembelajaran, instrumen penelitian. Dalam penelitian ini pengukuran kemampuan komunikasi matematis siswa dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan, tujuannya adalah untuk melihat kesetaraan kemampuan komunikasi matematis siswa dari ketiga kelompok siswa. Analisis data dilakukan secara kuantitatif. Uji statistik yang digunakan adalah uji F atau ANOVA satu jalur. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Microsoft Office Excel dan Software SPSS 17,0 for Windows.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Setelah penelitian dilakukan maka diperoleh skor pretes dan skor postes pada masing masing kelompok *Virtual Manipulative* dalam *Contextual Teaching and Learning* (VM-CTL), kelompok *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan kelompok kontrol.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pretes dan Postes Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Kelompok	Data	Skor Ideal	Pretes					Postes				
			$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x}$	%	s	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x}$	%	s
Eksperimen VM-CTL	23	20	2	9	4,74	23,70	2,03	7	19	13,39	66,95	2,70
Eksperimen CTL	23		2	9	4,78	23,90	2,29	6	16	11,17	55,85	3,08
Kontrol	23		2	9	4,83	24,15	1,83	4	15	9,00	45,00	2,95

Tabel 2. Proporsi Skor Postes dan Pretes Kemampuan Komunikasi Matematis

	VM-CTL	CTL	Kontrol
Rata-rata Skor Pretes	23,70	23,90	24,15
Rata-rata Skor Postes	66,95	55,85	45,00

Bila dilihat dari tabel 2. terlihat bahwa:

- Untuk kelompok VM-CTL proporsi rata-rata skor pretes 23,70% setelah proporsi rata-rata skor postes menjadi 66,95% berarti ada perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa VM-CTL sebesar 43,25%.
- Untuk CTL proporsi rata-rata skor pretes 23,90% setelah proporsi rata-rata skor postes menjadi 55,85% berarti ada perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa CTL sebesar 31,95%.
- Untuk kontrol proporsi rata-rata skor pretes 24,15% setelah proporsi rata-rata skor postes menjadi 45,00% berarti ada perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kontrol sebesar 20,85%.

Untuk menguji normalitas sebaran populasi skor pretes digunakan uji kenormalan dengan uji statistik non parametrik *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* menggunakan SPSS 19,0 pada taraf kepercayaan 95% atau signifikansi $\alpha = 0,05$. Jenis statistik uji yang digunakan didasarkan oleh hasil uji normalitas sebaran data dan uji homogenitas varians.

Tabel 3. Uji F atau ANOVA satu jalur Skor Pretes

Kelompok	Mean	Deviasi Standar	F_{hitung} Anova	Sig	Kesimpulan	Keterangan
Eksperimen VM-CTL	4,740	2,027	0,010	0,990	Terima H_0	Tidak terdapat perbedaan
Eksperimen CTL	4,780	2,295				
Kontrol	4,830	1,825				

Dari Tabel 3. ternyata skor pretes kemampuan komunikasi matematis siswa dengan nilai $F_{hitung} = 0,010$ dan nilai Sig. $0,990 > 0,05$, maka hipotesis H_0 diterima artinya tidak terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematis pada ketiga kelompok tersebut. Jadi, syarat bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan awal komunikasi matematis antara siswa yang pembelajarannya menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL), siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol) terpenuhi.

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Normalitas dan Homogen Skor Postes

Hasil Uji Normalitas			Hasil Uji Homogenitas	Uji yang digunakan
Eksperimen VM-CTL	Eksperimen CTL	Kontrol		
Normal	Normal	Normal	Homogen	Anova satu jalur

Berdasarkan Tabel 4. diketahui skor postes kemampuan komunikasi matematis siswa memenuhi syarat normalitas dan homogenitas, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa skor postes berdistribusi normal dan variansnya homogen, sehingga dapat di uji dengan uji F atau ANOVA satu jalur.

Tabel 5. Uji F atau ANOVA satu jalur Skor Postes

Kelompok	Mean	St. Deviasi	F_{hitung} Anova	Sig	Kesimpulan	Keterangan
Eksperimen VM-CTL	13,390	2,692	13,050	0,000	Tolak H_0	Minimal ada 2 kelompok yang berbeda
Eksperimen CTL	11,170	3,084				
Kontrol	9,000	2,954				

Setelah dilakukan analisis statistik dengan uji F atau ANOVA satu jalur pada taraf kepercayaan 95% ternyata sesuai dengan Tabel 5. skor postes kemampuan komunikasi matematis siswa mempunyai $F_{hitung} = 13,050$ dan nilai Sig. $(0,000) < 0,05$ maka hipotesis H_0 ditolak artinya terdapat perbedaan kemampuan komunikasi matematis siswa pada ketiga kelompok tersebut. Dengan demikian disimpulkan bahwa sesudah diberi perlakuan, terlihat peningkatan kemampuan komunikasi siswa pada ketiga kelompok tersebut.

Tabel 6. Rekapitulasi Uji Normalitas dan Homogen Skor Gain

Hasil Uji Normalitas			Hasil Uji Homogenitas	Uji yang digunakan
Eksperimen VM-CTL	Eksperimen CTL	Kontrol		
Normal	Normal	Normal	Homogen	Anova satu jalur

Tabel 7. Uji F atau ANOVA satu jalur Skor Gain

Kelompok	Mean	St. Deviasi	F_{hitung} Anova	Sig	Kesimpulan	Keterangan
Eksperimen VM-CTL	0,577	0,154	22,427	0,000	Tolak H_0	Minimal Ada 2 kelompok yang berbeda
Eksperimen CTL	0,432	0,144				
Kontrol	0,282	0,149				

Dari Tabel 7. ternyata skor gain kemampuan komunikasi matematis siswa dengan nilai $F_{hitung} = 22,427$ dan nilai Sig. $0,000 < 0,05$, maka hipotesis H_0 ditolak dan hipotesis H_1 yang merupakan hipotesis penelitian diterima. Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari uji hipotesis di atas, diketahui bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelompok VM-CTL dengan kelompok CTL dan kelompok kontrol. Selanjutnya, hasil analisis di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Pada kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan kelompok VM-CTL berbeda dengan kelompok CTL dan kelompok kontrol dengan nilai $F_{hitung} = 13,050$ dan nilai sig (2-tailed) $< \alpha (0,05)$ yaitu $0,000 < 0,05$.
- Pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan kelompok VM-CTL berbeda dengan kelompok CTL dan kelompok kontrol dengan nilai $F_{hitung} = 22,427$ dan nilai sig (2-tailed) $< \alpha (0,05)$ yaitu $0,000 < 0,05$.
- Pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan kelompok VM-CTL berbeda dengan kelompok CTL dengan nilai probabilitas $< 0,05$ yaitu $0,042 < 0,05$.
- Pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan kelompok VM-CTL berbeda dengan kelompok kontrol dengan nilai probabilitas $< 0,05$ yaitu $0,000 < 0,05$.
- Pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan kelompok CTL berbeda dengan kelompok kontrol nilai probabilitas $< 0,05$ yaitu $0,047 < 0,05$.

Berdasarkan tujuan penelitian dan beberapa teori serta hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil penelitian sebagai berikut:

- Pada hasil analisis data tampak hasil pretes menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada kemampuan awal siswa, artinya ketiga kelompok memiliki kemampuan awal yang setara (homogen) pada komunikasi matematis siswa. Pada analisis postes menunjukkan bahwa secara signifikan ketiga kelompok memiliki kemampuan akhir komunikasi matematis siswa yang berbeda, sedangkan pada analisis gain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelompok VM-CTL, kelompok CTL dan kelompok kontrol.
- Pada kelompok VM-CTL dan kelompok CTL hasil analisis skor pretes menunjukkan bahwa kedua kelompok eksperimen tersebut mempunyai kemampuan awal yang setara, sedangkan hasil postes menunjukkan bahwa secara signifikan kedua kelompok eksperimen tersebut memiliki kemampuan akhir komunikasi matematis siswa yang berbeda. Pada analisis gain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelompok VM-CTL dan kelompok CTL.
- Pada kelompok VM-CTL dan kelompok kontrol hasil analisis skor pretes menunjukkan bahwa kedua kelompok eksperimen tersebut mempunyai kemampuan awal yang setara, sedangkan hasil postes menunjukkan bahwa secara signifikan kedua kelompok tersebut memiliki kemampuan akhir komunikasi matematis siswa yang berbeda. Pada analisis gain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelompok VM-CTL dan kelompok kontrol.
- Pada kelompok CTL dan kelompok kontrol hasil analisis skor pretes menunjukkan bahwa kedua kelompok eksperimen tersebut mempunyai kemampuan awal yang setara, sedangkan hasil postes menunjukkan bahwa secara signifikan kedua kelompok eksperimen tersebut memiliki kemampuan akhir komunikasi matematis siswa yang berbeda. Pada analisis gain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara kelompok CTL dan kelompok kontrol.

Penelitian ini menganalisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan menggunakan *virtual manipulative* dalam *contextual teaching and learning* (CTL) yang dilaksanakan di MTs Asih Putera. Hasil dalam penelitian ini ditemukan bahwa kegiatan belajar mengajar siswa pada kelompok VM-CTL berlangsung secara kondusif, dan siswa terlibat lebih aktif melalui kelompok diskusi dan peningkatan kemampuan komunikasi matematisnya lebih unggul dibanding kelompok CTL dan kelompok kontrol.

Karena penggunaan *virtual manipulative* dalam pendekatan *contextual teaching and learning* (CTL) ini dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa, maka disarankan kepada

guru matematika untuk menggunakan model pembelajaran ini pada materi atau sub pokok bahasan lainnya yang terkandung dalam *virtual manipulative* ini seperti materi statistik atau pecahan.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil atau temuan yang telah dikemukakan pada bagian terdahulu, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL) dan siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) berkategori sedang dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol) berkategori rendah.
2. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL), siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol).
 - 2.1. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL) dengan siswa yang mendapat pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL).
 - 2.2 Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* dengan *Virtual Manipulative* (VM-CTL) dengan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol).
 - 2.3. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang menggunakan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dengan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional (Kontrol).

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Standar Kompetensi Kurikulum 2004*. Jakarta.
- Jonassen, D.H. 1996. *Computer as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. 2nd edition. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Mudzakir, H.S. 2006. *Strategi Pembelajaran 'Think-Talk-Write' untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematik Beragam Siswa SMP*. Tesis pada Program Pasca Sarjana UPI, Bandung: Tidak diterbitkan.
- Ruseffendi, E.T. 1991. *Penilaian Pendidikan dan Hasil Belajar Siswa Khususnya dalam Pengajaran Matematika*. Diklat.

IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *WRITE-PAIR-SWITCH* UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA

Tommy Adithya¹, Abdul Muin²

^{1,2)} Jurusan Pendidikan Matematika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
¹⁾ tommyadithya@gmail.com ; ²⁾ muinfasya@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* dapat meningkatkan aktivitas komunikasi matematika siswa. Secara teoritis metode *write-pair-switch* dapat membangun suasana belajar dikelas yang penuh dengan interaksi antar siswa. Desain penelitian ini menggunakan tipe satu kelompok observasi awal akhir. Untuk teknik pengumpulan data peneliti menggunakan teknik observasi terfokus. Pada observasi tahap awal, sebelum metode *write-pair-switch* diterapkan dikelas, hanya 13.25% dari total siswa yang mampu mencapai indikator target. Setelah metode *write-pair-switch* diterapkan dalam pembelajaran, sebanyak 43% dari total siswa mampu mencapai indikator tersebut. Hasil ini mengindikasikan bahwa aktivitas komunikasi matematika siswa telah mengalami peningkatan setelah metode *write-pair-switch* diterapkan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Pembelajaran Kooperatif, *Write-Pair-Switch*, Komunikasi Matematika

1. Pendahuluan

Sudah sejak lama matematika dikenal sebagai cabang ilmu pengetahuan yang identik dengan angka-angka, simbol-simbol, teori-teori yang kebanyakan orang menganggapnya sulit untuk dimengerti. Banyak siswa yang menganggap matematika sebagai momok, sehingga mereka enggan untuk mengenalnya lebih jauh. Siswa terkadang melihat matematika sebagai ilmu yang berasal dari suatu tempat yang jauh diluar angkasa sehingga setiap soal dan teorinya tak memiliki hubungan apapun dengan dunia yang dikenalnya. Padahal pada hakekatnya matematika diciptakan untuk membantu manusia dalam memecahkan masalah pada kehidupan sehari-hari sehingga pada setiap akhir operasi matematika sudah seharusnya terdapat jawaban atas masalah yang ada di kehidupan nyata bukan hanya jawaban dari soal disajikan.

Sering kali ada siswa yang mampu mengerjakan dan menyelesaikan soal yang diberikan guru dengan tepat, namun ketika guru atau seorang temannya memintanya untuk menjelaskan proses penemuan jawaban tersebut dan hubungannya dengan dunia nyata masih banyak siswa yang akan kebingungan untuk menjawabnya. Kemampuan siswa untuk menjelaskan ide-ide matematis melalui lisan atau tulisan disebut Kemampuan Komunikasi Matematis.

Komunikasi matematis merupakan salah satu standar yang diterapkan oleh *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) bagi semua sekolah dan lembaga pendidikan yang mengajarkan matematika kepada siswanya. Adapun standar lain yang diterapkan NCTM yaitu Kemampuan Penalaran dan Pembuktian (*Reasoning and Proof*), Kemampuan Koneksi (*Connection*), Kemampuan Representasi (*Representation*), dan Kemampuan Pemecahan Masalah (*Problem Solving*) (NCTM, 2000). Kelima standar ini merupakan anak tangga yang menopang satu sama lainnya, sehingga hanya apabila kelima standar tersebut dapat dipenuhi barulah siswa akan dapat memahami dan menggunakan matematika secara maksimal dalam kehidupannya.

Lebih khusus lagi pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan atau yang lebih dikenal dengan KTSP, dinyatakan bahwa “Mata pelajaran matematika bertujuan agar peserta didik memiliki

kemampuan sebagai berikut : 1. Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antarkonsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah 2. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika 3. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh 4. Mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah 5. Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah” (BSNP, 2006). Terlihat jelas salah satu tujuan dari pembelajaran matematika di Indonesia adalah siswa dapat mengomunikasikan ide matematis dengan dunia nyata dengan maksud agar masalah yang dihadapi dapat menjadi lebih jelas dan mudah untuk diselesaikan. Dari kedua standar diatas dapat disimpulkan bahwa Komunikasi Matematis merupakan aspek penting yang harus dikembangkan dalam diri siswa ataupun semua orang yang ingin bermatematika dengan tepat dan sesuai dengan hakekatnya.

Dalam penelitian ini penulis memfokuskan pengukuran dan pengamatan pada salah satu komponen kemampuan komunikasi matematis yaitu, aktivitas komunikasi matematis. Dengan mengacu pada informasi yang telah dipaparkan di atas, penulis sekaligus peneliti menyusun suatu rumusan masalah yang akan menjadi topik dan pembatas penelitian kali ini. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut. : 1. Bagaimana aktivitas komunikasi matematis siswa? 2. Apakah model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* dapat meningkatkan aktivitas komunikasi matematika siswa?

Write-Pair-Switch adalah salah satu produk hasil pengembangan *Cooperative Learning*. Lebih khusus lagi metode ini merupakan hasil pengembangan dan modifikasi dari metode *think-pair-share* yang telah dikenal lebih dahulu oleh para pelaku pendidikan (Jacobs, 2002). Sebagai pengembangan dari model pembelajaran *Cooperative Learning* metode *Write-Pair-Switch* memiliki prinsip-prinsip khusus yang menjadi kelebihan dalam penerapannya pada proses pembelajaran, di antaranya: *Social Skills*, *Responsibility*, *Higher Level Thinking Skills*, *Increased Participation* (Kagan, 1999), *Heterogeneous Grouping*, *Collaborative Skills*, *Group Autonomy*, *Individual Accountability*, *Positive Interdependence*, *Cooperative as a Value* (Jacobs, 2004), *Simultaneous Interaction* (Kagan (Jacobs, 2004)), dan *Participation Communication* (Sanjaya, 2009).

Dalam prinsip *Collaborative Skills* salah satu aspek terpenting adalah memberikan argumen atau penjelasan (Jacobs, 2004), hal ini memiliki relasi langsung dengan indikator komunikasi matematis yaitu menyampaikan ide matematis secara lisan (*talking*). Hal ini sejalan dengan prinsip *social skill* yang akan melatih kemampuan yang dibutuhkan anak dalam kehidupan sosial, hal ini meliputi kemampuan menyimak, berdiskusi, menyelesaikan konflik, kepemimpinan, bekerja sama (Kagan, 1999). Kemampuan-kemampuan tersebut memiliki keterkaitan dengan indikator komunikasi matematis yakni *talking* dan *listening*. Pada prinsip *Simultaneous Interaction* dikatakan bahwa dalam pembelajaran konvensional yang terjadi adalah guru berbicara dan siswa mendengarkan, namun dengan *cooperative learning* murid diberikan kesempatan untuk bertanya, berdiskusi, dan menyampaikan ide-idenya (*talking*) melalui interaksi dengan teman sekelasnya (Jacobs, 2004). Prinsip *Equal Participation* dan *Individual Accountability* memberikan kesempatan yang sama bagi siswa untuk mengemukakan pendapatnya, prinsip ini merupakan salah satu keunggulan utama yang diberikan metode *Write-Pair-Switch* dimana semua siswa mendapat beban tugas yang sama sehingga mereka terstimulasi untuk memberikan idenya sendiri (Jacobs, 2013). Prinsip *Participation Communication* melatih siswa untuk dapat mampu berpartisipasi aktif dan berkomunikasi. Komunikasi yang dimaksud meliputi cara menyatakan ketidaksetujuan atau cara menyanggah pendapat orang lain secara santun, tidak memojokan, cara menyampaikan gagasan dan ide-ide yang dianggap baik dan berguna. Kemampuan komunikasi memang memerlukan waktu. Siswa tak mungkin dapat menguasainya dalam sekejap. Oleh sebab itu, guru perlu terus melatih dan melatih, sampai pada akhirnya siswa memiliki kemampuan untuk menjadi komunikator yang baik (mampu menyampaikan ide-idenya secara baik dan benar) (Sanjaya, 2009).

Wina Sanjaya menambahkan, beberapa keunggulan utama dari penggunaan strategi pembelajaran kooperatif adalah : pembelajaran kooperatif dapat mengembangkan kemampuan siswa mengungkapkan ide atau gagasan dengan kata-kata secara verbal (*talking*) dan membandingkannya dengan ide-ide orang lain (Sanjaya, 2009). Pembelajaran kooperatif juga dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menguji ide dan pemahamannya sendiri, menerima umpan balik (*listening*). Siswa dapat berpraktik memecahkan masalah tanpa takut membuat kesalahan, karena keputusan yang dibuat adalah tanggung jawab kelompoknya (*discussing*) (Sanjaya, 2009). Dua hal yang menjadi kelebihan pembelajaran kooperatif ini memiliki korelasi langsung dengan indikator-indikator pencapaian dalam pengembangan komunikasi matematika siswa seperti yang telah diuraikan diatas.

Semua teori di atas diperkuat oleh pernyataan Nodding dan Artzt (Wahid, 2012) yang menyatakan bahwa salah satu cara terbaik untuk mengembangkan komunikasi matematis adalah dengan menciptakan komunitas matematika yang kondusif, hal itu dapat dilakukan dengan berbagai jenis aktivitas salah satunya melalui *Cooperative Learning*. Lebih lanjut lagi Artzt (Wahid, 2012) mengatakan bahwa melalui pembelajaran kooperatif yang dilakukan secara efektif dan melakukan penilaian yang cermat terhadap setiap komunikasi yang terjadi pada setiap aktivitas siswa baik individu maupun kelompok, dapat mengembangkan kemampuan komunikasi matematis dalam pemecahan masalah.

Mengacu pada semua teori dan pendapat para ahli diatas, secara teoritis dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Write-Pair-Switch* dalam pembelajaran di kelas memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Hal ini dapat dilihat dari kesesuaian antara indikator dalam kemampuan komunikasi matematis siswa dengan kelebihan-kelebihan yang dimiliki model pembelajaran kooperatif. Juga dapat dilihat dari pendapat para ahli yang secara jelas menyatakan bahwa salah satu cara mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa adalah dengan mengimplementasikan pembelajaran kooperatif dalam kelas.

2. Metode Penelitian

2.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menganut desain penelitian eksperimen tipe Satu Kelompok Observasi Awal Akhir (SKOAA) (Anggoro, 2010). Desain penelitian SKOAA ini melibatkan hanya satu kelompok siswa atau objek penelitian, namun pengukuran atau observasi dilakukan dua kali yakni sebelum dan sesudah perlakuan. Artinya observasi pertama dilakukan pada awal penelitian sebelum metode *write-pair-switch* diimplementasikan kedalam pembelajaran dikelas, hasil observasi ini akan dijadikan pembandingan untuk observasi kedua yang akan dilakukan setelah metode *write-pair-switch* diimplementasikan.

Desain penelitian eksperimen tipe SKOAA mengharuskan adanya dua kali pengukuran atau observasi dalam proses pengumpulan data. Pengukuran dapat dimaknai sebagai *test*, oleh sebab itu model SKOAA ini dikenal juga dengan sebutan *One Group Pre-test Post-test Design*. Namun dengan pertimbangan aspek eksternal yang telah disebutkan di atas, maka dalam penelitian ini penulis memutuskan untuk menggunakan teknik observasi untuk mengumpulkan data. Secara lebih spesifik teknik observasi yang di gunakan peneliti digolongkan ke dalam teknik observasi terfokus, dimana observasi ditujukan untuk mengamati aspek-aspek tertentu seperti yang telah dituliskan pada bagian tinjauan literatur. Observasi dilakukan secara terus menerus pada setiap proses pembelajaran di kelas (Wardhani, 2010).

2.2. Subyek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMK. Sedangkan sampel dipilih secara acak dari siswa kelas X SMK A yaitu sebanyak 30 siswa yang terdiri dari 2 siswa laki-laki dan 28 siswa perempuan.

2.3. Definisi Operasional

Aspek aktivitas komunikasi matematis siswa yang diamati dalam penelitian ini adalah :

- 1) Mengajukan pertanyaan dengan benar dan jelas
- 2) Menuangkan ide-ide matematika kedalam bentuk tulisan
- 3) Menjawab pertanyaan secara lisan

Write-Pair-Switch (Jacobs, 2002, 2004, 2013), yaitu:

1. Setiap siswa mengerjakan tugas dan menuliskan jawaban secara individu.
2. Kemudian siswa berpasangan dan berdiskusi tentang jawabannya.
3. Siswa berganti pasangan dan berdiskusi tentang jawabannya masing-masing dan hasil diskusinya dengan pasangan sebelumnya.

Secara umum model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* memiliki langkah-langkah seperti yang telah diuraikan diatas. Namun dalam implementasinya semua metode pembelajaran haruslah disesuaikan dengan keadaan kelas maupun sekolah. Baik dari segi kemampuan siswa, alokasi waktu, serta sarana dan prasarana sekolah. Karena itu peneliti membuat beberapa penyesuaian dalam mengimplementasikan metode *write-pair-switch* ini dengan tetap mengacu pada prinsip-prinsip penerapan *cooperative learning* dalam pembelajaran di kelas (Jacobs, 2002; Kagan, 1999; Lie, 2010).

1. Peneliti mendesain kelompok dengan jumlah 2 orang dalam satu kelompok. Hal ini mengacu pada prinsip jumlah anggota kelompok (Jacobs, 2002).
2. Siswa diminta mengerjakan tugas secara individu.

Setiap siswa dalam kelas diberikan soal yang berbeda. Sebagai contoh pada materi Matriks peneliti meminta siswa menentukan invers dari suatu matriks ordo 3×3 dengan angka yang bebas mereka tentukan sendiri, selama memenuhi syarat determinannya tidak sama dengan nol. Kemudian diberi pertanyaan singkat mengapa determinannya tidak boleh sama dengan nol.

Contoh lainnya semua siswa diberikan soal yang sama namun memiliki jawaban yang berbeda-beda. Contohnya pada materi program linier peneliti meminta siswa untuk mendefinisikan model matematika dengan kalimatnya sendiri (Lisan maupun tulisan).

Langkah ini diharapkan akan mengembangkan aktivitas komunikasi matematis siswa pada indikator kedua dan ketiga. Dimana siswa akan belajar menuangkan definisi yang ada dalam pikirannya ke dalam bentuk lisan maupun tulisan.

Pemberian soal yang berbeda bertujuan untuk menghindari kemungkinan terjadinya contekan diantara siswa.

3. Setelah siswa selesai mengerjakan tugas individunya peneliti meminta siswa bertukar jawaban dengan pasangannya, kemudian saling mengoreksi jawaban pasangannya masing-masing.

Dalam penelitian ini penulis menyampaikan para siswa bahwa nilai yang akan diperoleh akan dipengaruhi oleh nilai pasangan maupun teman sekelompoknya, hal ini bertujuan untuk memaksa siswa agar mengoreksi hasil jawaban pasangan/teman kelompoknya dengan sungguh-sungguh.

Langkah ini diharapkan akan mengembangkan aktivitas komunikasi matematis siswa pada indikator pertama. Karena siswa tentu akan memilih soal ataupun membuat soal yang mudah baginya sehingga mereka tidak merasa perlu bertanya. Namun dengan pemberian tugas untuk mengoreksi jawaban temannya yang bukan berasal dari dirinya maka siswa akan menemukan masalah yang tidak mudah menurutnya dan akan terstimulasi untuk bertanya.

2.4. Instrumen Penelitian

Seperti yang telah disinggung di atas teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik observasi terfokus. Pada teknik observasi terfokus pengamatan dilakukan secara terus menerus, tanpa menggunakan instrument khusus. Peneliti hanya mengamati aspek yang telah ditentukan dan mencatatnya pada secarik kertas (Wardhani, 2010).

2.5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Perbedaan 2 Proporsi (Wackerly, 2008). Pada uji ini akan dibandingkan data proporsi hasil observasi tahap awal dengan data proporsi hasil observasi tahap akhir. Rumus yang digunakan dalam uji perbedaan dua proporsi ini adalah :

$$z = \frac{p_2 - p_1}{\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n} + \frac{p_2(1-p_2)}{n}}}$$

Ket :

p_1 = Proporsi Hasil Observasi Awal

p_2 = Proporsi Hasil Observasi Akhir

n = Jumlah Sampel

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui kebenaran hipotesis penelitian yaitu : “Terjadi peningkatan nilai proporsi siswa yang mampu mencapai aspek aktivitas komunikasi matematis setelah belajar dengan metode *write-pair-switch* ($\pi_2 > \pi_1$)”

3. Hasil Penelitian

Hasil pengamatan pada observasi tahap awal dan tahap akhir dapat dilihat pada tabel 1.1 dan tabel 1.2

Tabel 1.1 – Hasil Observasi Awal Aktivitas Komunikasi Matematis

Indikator	Awal				Proporsi
	I	II	III	IV	
Mengajukan pertanyaan dengan benar dan jelas [1]	3 Siswa (10%)	3 Siswa (10%)	5 Siswa (16%)	3 Siswa (10%)	11.5%
Menuangkan ide-ide matematis kedalam bentuk tulisan [2]	3 Siswa (10%)	5 Siswa (16%)	8 Siswa (26%)	8 Siswa (26%)	19.5%
Menjawab pertanyaan secara lisan [3]	4 Siswa (13%)	2 Siswa (6%)	2 Siswa (6%)	3 Siswa (10%)	8.75%
Proporsi keseluruhan (p1)					13.25%

Tabel 1.2 – Hasil Observasi Tahap Akhir Aktivitas Komunikasi Matematis

Indikator	Awal				Proporsi
	I	II	III	IV	
Mengajukan pertanyaan dengan benar dan jelas [1]	8 Siswa (26%)	10 Siswa (33%)	15 Siswa (50%)	18 Siswa (60%)	42.25%
Menuangkan ide-ide matematis kedalam bentuk tulisan [2]	16 Siswa (53%)	19 Siswa (63%)	20 Siswa (66%)	22 Siswa (73%)	63.75%
Menjawab pertanyaan secara lisan [3]	4 Siswa (13%)	6 Siswa (20%)	8 Siswa (26%)	10 Siswa (33%)	23%
Proporsi keseluruhan (p2)					43%

Kemudian untuk membandingkan hasil kedua observasi apakah telah sesuai dengan apa yang diinginkan dan telah dirumuskan sebelumnya. Perhatikan Tabel 1.3!

Tabel 1.3 – Perbandingan Data Hasil Observasi

Indikator	Observasi Awal (p1)	Observasi Akhir (p2)
Mengajukan pertanyaan dengan benar dan jelas [1]	11.5%	42.25%
Menuangkan ide-ide matematis kedalam bentuk tulisan [2]	19.5%	63.75%
Menjawab pertanyaan secara lisan [3]	8.75%	23%
	13.25%	43%

Pada tabel diatas terlihat kenaikan rata-rata jumlah siswa yang mencapai setiap indikator. Indikator pertama, mengajukan pertanyaan dengan benar dan jelas. Pada tabel dapat dilihat proporsi jumlah siswa yang mampu mencapai indikator pertama pada observasi tahap awal adalah sebanyak 11.5% dari jumlah keseluruhan siswa, pada observasi tahap akhir proporsi meningkat menjadi 42.25%. Telah terjadi peningkatan sebesar 30.75% , sehingga dapat disimpulkan bahwa pada indikator pertama telah terjadi peningkatan. Indikator kedua, menuangkan ide-ide matematis ke dalam bentuk tulisan. Pada tabel dapat dilihat proporsi jumlah siswa yang mampu mencapai indikator kedua pada observasi tahap awal adalah sebanyak 19.5% dari jumlah keseluruhan siswa, dan pada observasi tahap akhir proporsi meningkat menjadi 63.75%. Telah terjadi peningkatan sebesar 44.25%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada indikator kedua telah terjadi peningkatan. Indikator ketiga, menjawab pertanyaan secara lisan. Pada tabel dapat dilihat proporsi jumlah siswa yang mampu mencapai indikator ketiga pada observasi tahap awal adalah sebanyak 8.75% dari jumlah keseluruhan siswa, dan pada observasi tahap akhir proporsi meningkat menjadi 23%. Telah terjadi peningkatan sebesar 14.25%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada indikator ketiga telah terjadi peningkatan.

Analisis dilanjutkan dengan melakukan uji perbedaan 2 proporsi untuk menentukan hipotesis manakah yang akan menjadi kesimpulan penelitian ini :

Hipotesis

$$H_0: (\pi_2 \leq \pi_1)$$

$$H_1: (\pi_2 > \pi_1)$$

Statistik Hitung

$$z = \frac{p_2 - p_1}{\sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n}}}$$

$$z = \frac{0.43 - 0.1325}{\sqrt{\frac{(0.1325)(1 - 0.1325)}{30} + \frac{(0.43)(1 - 0.43)}{30}}}$$

$$z = \frac{0.2975}{\sqrt{\frac{(0.1325)(0.8675)}{30} + \frac{(0.43)(0.57)}{30}}}$$

$$z = \frac{0.2975}{\sqrt{\frac{0.1149}{30} + \frac{0.2451}{30}}}$$

$$z = \frac{0.2975}{\sqrt{\frac{0.36}{30}}}$$

$$z = \frac{0.2975}{0.1095}$$

$$z = 2.7169$$

Statistik Tabel

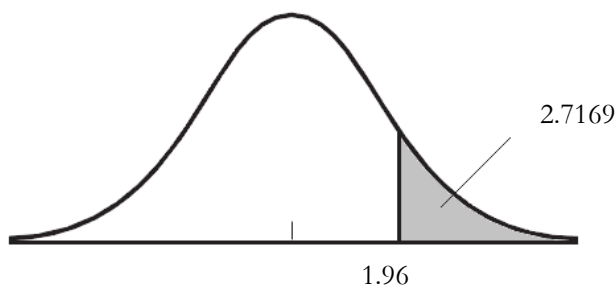
Z_{α} dengan nilai $\alpha = 5\% = 0.05$ $Z_{0.05} = 1.96$

Kesimpulan

Diperoleh

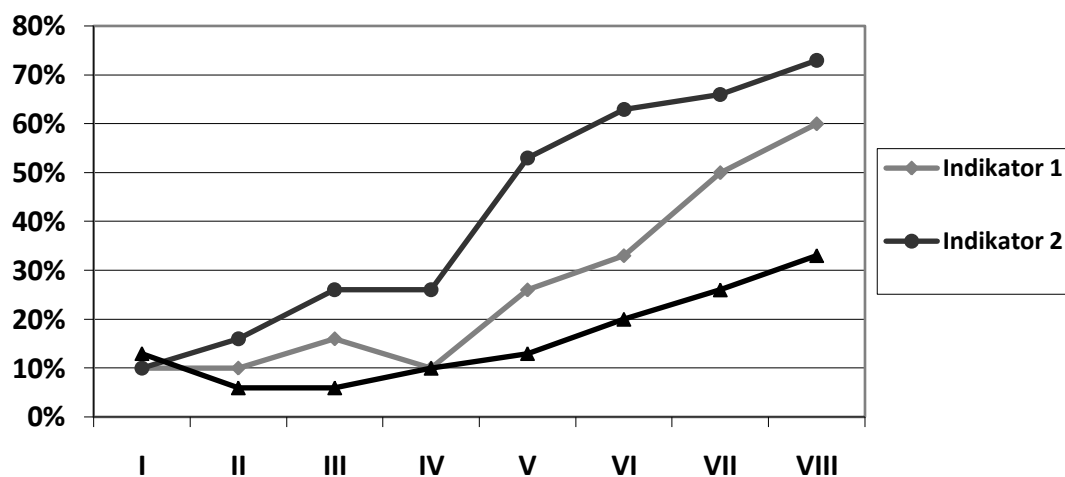
$Z_{hitung} > Z_{tabel}$

Maka hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima dengan nilai p-value atau tingkat kesalahan 0.34%



4. Pembahasan

Berdasarkan pada tinjauan literatur dan uji empiris yang telah dilakukan, diketahui bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* dapat meningkatkan aktivitas komunikasi matematis siswa. Tinjauan literatur memberikan kesimpulan secara teoritis dan uji perbedaan proporsi memberikan kesimpulan empiris. Adapun data hasil penelitian yang diperoleh bersifat dinamis dari waktu ke waktu. Aspek yang diukur tidak selalu menunjukkan peningkatan pada setiap pertemuan. Terkadang karena faktor internal maupun eksternal aspek yang diukur tidak mengalami peningkatan, atau bahkan mengalami penurunan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 1.5



Grafik 1.5 – Data Hasil Observasi Awal Akhir Aktivitas Komunikasi Matematis

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Mengacu pada data hasil penelitian, analisis data, dan teori para ahli yang telah dituliskan sebelumnya maka peneliti menyimpulkan. Pada awal penelitian aktivitas komunikasi matematis siswa masih rendah. Hanya 13.25% dari total 30 siswa yang mampu mencapai indikator aktivitas komunikasi matematis yang telah ditetapkan. Kini setelah belajar dengan menggunakan metode *write-pair-switch* terjadi peningkatan yang signifikan. Sebanyak 43% anak kini mampu mencapai indikator tersebut.

Setelah dilakukan uji empiris pada data hasil observasi dengan menggunakan uji perbedaan 2 proporsi. Peneliti menyimpulkan telah terjadi peningkatan aktivitas komunikasi matematis siswa

dari sebelum belajar menggunakan metode *write-pair-switch* dengan sesudah belajar menggunakan metode *write-pair-switch*. Hal ini terlihat pada nilai proporsi pada observasi tahap akhir (p_2) > nilai proporsi pada observasi tahap awal (p_1). Peningkatan yang terjadi adalah sebesar 29.75% seperti yang telah diuraikan pada bagian pembahasan. Dengan kata lain, implementasi model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* dapat meningkatkan aktivitas komunikasi matematis siswa.

Dalam penelitian ini penulis sekaligus peneliti dibatasi oleh waktu yang singkat. Oleh sebab itu peneliti memilih desain penelitian yang relatif sederhana. Untuk pengembangan lebih lanjut lagi, peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam mengenai komunikasi matematis dan metode *write-pair-switch* ini. Misalnya dengan mengelompokkan siswa secara spesifik, contoh : berdasarkan tingkat kemampuan kognitif siswa. Sehingga akan terlihat lebih jelas apakah model pembelajaran kooperatif tipe *write-pair-switch* ini meningkatkan aktivitas komunikasi matematika seluruh siswa, atau hanya siswa berkemampuan tinggi, atau justru hanya siswa berkemampuan rendah. Selain itu dapat pula dengan mengembangkan penelitian ini. Karena keterbatasan waktu peneliti hanya dapat mencapai peningkatan sebesar 30% (42% dari jumlah siswa). Dengan mengacu pada konsep *mastery learning* diyakini semua siswa dapat mencapai kriteria yang ditetapkan Bloom (Guskey, 2007). Maka penelitian inipun seharusnya dapat lebih dikembangkan agar lebih maksimal pencapaiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, M. T.(2010).*Metode Penelitian*.Jakarta : Universitas Terbuka
- BSNP. 2006. *Standar Isi Standar Kompetensi Kompetensi Dasar*. Jakarta : BSNP
- Guskey, T. R.(2007). Closing Achievement Gaps: Revisiting Benjamin S. Bloom's "Learning for Mastery". *Journal of Advance Accademics Vol 19 No.1* : 8–31 [Online] diakses pada tanggal 20 Juni 2013 <http://techstanding.wikispaces.com/file/view/closing+achievement+gap.pdf>
- Jacobs, G. M. (2004). *Cooperative learning: Theory, principles, and techniques*. . Paper presented at the First International Online Conference on Second and Foreign Language Teaching and Research. [Online] diakses pada tanggal 27 Februari 2013 <http://www.readingmatrix.com/conference/pp/proceedings/jacobs.pdf> <http://www.georgejacobs.net>
- Jacobs, G. M., Kimura, H. (2013). *Cooperative Learning and Teaching*. TESOL International Association: TESOL Press [Online] diakses pada tanggal 8 Maret 2013 <http://www.tesol.org/BookLanding?productID=059>
- Jacobs, G. M., Power, M. A., Loh, W. I. (2002). *The teacher's sourcebook for cooperative learning: Practical techniques, basic principles, and frequently asked questions*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. [Online] 21 Juni 2013. <http://corwinpress.com/book.aspx?pid=7905>
- Kagan, S.(1999).*Cooperative Learning: Seventeen Pros and Seventeen Cons Plus Ten Tips for Success*. San Clemente, CA: Kagan Publishing [Online] diakses pada tanggal 18 Juni 2013. <http://www.kaganonline.com>
- Lie, A.(2010).*Cooperative Learning : Mempraktikan Cooperative Learning di Ruang-Ruang Kelas*. Jakarta : Grasindo [Online] diakses pada tanggal 19 Juni 2013 <http://adl.aplik.or.id/default.aspx?tabID=61&src=k&id=596969>
- NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM
- Sanjaya, W.(2009).*Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta:Kencana

Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., Scheaffer, R. L.(2008).*Mathematical Statistics with Applications*. USA : Thomson Brooks Cole

Wahid Umar. (2012). Membangun Kemampuan Komunikasi Matematis Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*, Vol 1, No.1 [Online] diakses pada tanggal 17 Juni 2013
<http://publikasi.stkipsiliwangi.ac.id/files/2012/08/Wahid-Umar.pdf>

Wardhani, I., Wihardit, K. (2010). *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta : Universitas Terbuka

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMPN 9 PAMULANG

Yumiati

Prodi Pendidikan Matematika FKIP-UT
yumi@ut.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran berbasis masalah (PBM) dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di SMPN 9 Pamulang, serta persepsi siswa terhadap model PBM. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan penelitian kuasi eksperimen dengan desain penelitian pretes-postes non equivalent group desain. Ada dua kelompok kelas yaitu kelompok eksperimen yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran PBM dan kelompok kontrol yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran biasa. Subjek penelitian adalah siswa SMP Negeri 9 Pamulang. Data dianalisis secara kualitatif untuk penerapan model PBM dan persepsi siswa terhadap model PBM, serta secara kuantitatif dengan menggunakan statistik uji-t untuk mengetahui efektivitas model PBM. Hasil analisis data diperoleh bahwa terdapat perbedaan yang signifikan (p -value kurang dari 5%) antara siswa yang diajarkan dengan menggunakan model PBM dan siswa yang diajarkan dengan pembelajaran biasa pada kemampuan pemecahan masalah yang meliputi pemahaman masalah, perencanaan strategi penyelesaian masalah, pelaksanaan strategi penyelesaian masalah, dan pengecekan jawaban. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan menggunakan model PBM lebih baik dari siswa yang diajarkan dengan pembelajaran biasa. Persepsi siswa terhadap pelajaran matematika dengan menggunakan model PBM menunjukkan hasil yang positif. Terdapat perubahan dari 15% menjadi 84% siswa yang menyukai matematika dan 94% siswa mengatakan mudah memahami materi.

Kata Kunci: Pemecahan Masalah Matematis, Model Pembelajaran Berbasis Masalah, Persepsi, Siswa SMP.

1. Pendahuluan

Di jaman yang sangat dinamis ini, dimana perubahan sangat cepat terjadi di berbagai bidang, manusia menghadapi berbagai masalah dan tantangan dalam hidup dan mereka harus memecahkan masalah dan menghadapi tantangan tersebut dengan cara tertentu dan sesuai dengan pengalaman dan pengetahuan yang diperoleh sebelumnya. Demikian juga dengan siswa, mereka harus dipersiapkan untuk menghadapi tantangan masa depan dan dapat memecahkan masalah yang dihadapi ketika terjun dalam masyarakat. Menurut Yager (2000), kita hidup dalam masyarakat yang dinamis di mana kondisi politik dan teknologi sosial berubah terus menerus, sehingga pendidik harus menganalisis dan mengevaluasi kecenderungan untuk memutuskan suatu kurikulum dan metode pengajaran yang sesuai yang akan membuat siswa siap untuk menghadapi kehidupan yang cepat berubah tersebut.

Seseorang yang memiliki kemampuan pemecahan masalah dengan baik sangat diperlukan, karena mereka akan mudah beradaptasi dalam lingkungan masyarakat sekitar yang tidak lepas dari munculnya masalah. Dalam pembelajaran matematika, kemampuan pemecahan sangat penting. Hal ini sesuai dengan ungkapan Branca (Krulik & Reys, 1980), yaitu a) kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan umum pembelajaran matematika, bahkan sebagai jantungnya

matematika; b) pemecahan masalah dapat meliputi metode, prosedur dan strategi atau cara yang digunakan merupakan proses inti dan utama dalam kurikulum matematika; dan c) pemecahan masalah merupakan kemampuan dasar dalam belajar matematika. Wahyudin (2003) juga mengatakan bahwa pemecahan masalah bukan sekedar keterampilan untuk diajarkan dan digunakan dalam matematika tetapi juga merupakan keterampilan yang akan dibawa pada masalah-masalah keseharian siswa atau situasi-situasi pembuatan keputusan, dengan demikian kemampuan pemecahan masalah membantu seseorang secara baik dalam hidupnya. Dari kedua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa pemecahan masalah sangat penting karena merupakan tujuan utama pembelajaran matematika dan dapat melatih siswa terampil dalam menyelesaikan masalah ketika terjun dalam masyarakat.

Pentingnya kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika tidak sesuai dengan kenyataan yang ada. Pembelajaran matematika yang dilakukan saat ini, khususnya pada jenjang SMP tidak mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Hal ini tampak dari hasil pengamatan yang dilakukan peneliti pada tahun 2010 di beberapa SMP di Pamulang. Ditemukan bahwa siswa tidak dapat menjawab soal *non-routin* dengan benar, seperti soal 'Jika diketahui panjang persegi panjang adalah $(x + 2)$ cm dan luas $(x^2 + 3x + 2)$ cm², maka tentukan bentuk aljabar dari lebar persegi panjang tersebut!'. Demikian juga hasil Programme for International Student Assessment (PISA) dalam bidang matematika, Indonesia hanya menempati urutan bawah dari seluruh peserta dan skornya masih jauh di bawah skor rata-rata (500) seperti disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Ranking Indonesia dalam PISA

Tahun	Ranking Indonesia	Jumlah Negara Peserta	Skor Indonesia
2000	39	41	367
2003	38	40	361
2006	50	57	391
2009	61	65	371

Sumber: Wijaya, (2012)

Meskipun hasil PISA tidak dapat menunjukkan kemampuan siswa Indonesia yang sesungguhnya, namun hasil PISA tersebut dapat dijadikan refleksi untuk perbaikan pembelajaran yang dilakukan saat ini.

Menurut Major, et al (2000) keterampilan pemecahan masalah siswa dapat berkembang melalui pembelajaran berbasis masalah (PBM). PBM menggambarkan lingkungan belajar di mana pembelajaran dimulai dengan masalah yang harus dipecahkan, dan masalah dibuat sedemikian rupa sehingga siswa perlu mendapatkan pengetahuan baru sebelum mereka dapat memecahkan masalah. Untuk mencari satu jawaban yang benar, siswa menafsirkan masalah, mengumpulkan informasi yang dibutuhkan, mengidentifikasi solusi yang mungkin, mengevaluasi pilihan-pilihan, dan menyimpulkan. Menurut pengalaman sukses siswa dalam mengelola pengetahuan mereka sendiri juga membantu mereka memecahkan masalah matematika dengan baik (Boaler, 1998).

Masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model PBM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di SMPN 9 Pamulang. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektivitas model PBM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di SMPN 9 Pamulang, serta persepsi siswa terhadap model PBM.

Langkah-langkah PBM menggunakan langkah-langkah PBM Arends (1997), yaitu sebagai berikut. a) Memberikan orientasi tentang permasalahan kepada siswa; b) Mengorganisasikan siswa untuk meneliti atau memahami masalah dan merencanakan penyelesaiannya; c) Membantu investigasi mandiri atau kelompok; d) Mengembangkan dan mempresentasikan model solusi dan penyajian; dan e) Menganalisis dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah.

Langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah dijelaskan oleh Ruseffendi (1991) yaitu: a) menyajikan masalah dalam bentuk yang lebih jelas; b) menyatakan masalah dalam bentuk yang operasional (dapat dipecahkan); c) menyusun hipotesis-hipotesis alternatif dan prosedur kerja yang diperkirakan baik untuk dipergunakan dalam memecahkan masalah itu; d) mengetes hipotesis dan

melakukan kerja untuk memperoleh hasilnya; dan e) memeriksa kembali apakah hasil yang diperoleh itu benar. Pendapat yang sama dikemukakan oleh Polya (1985), mengemukakan kemampuan pemecahan masalah sebagai berikut: a) memahami masalah (*understanding the problem*); b) merencanakan penyelesaian masalah (*devising a plan*); c) melaksanakan rencana (*carrying out the plan*); dan d) memeriksa kembali proses dan hasil (*looking back*).

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuasi eksperimen dengan desain penelitian pretes-postes non equivalent group desain dimana kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak dipilih secara random (Sugiyono, 2011). Ada dua kelompok kelas yaitu kelompok eksperimen yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran PBM dan kelompok kontrol yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran biasa. Subjek penelitian adalah siswa SMP Negeri 9 Pamulang. Jumlah siswa untuk setiap kelas sebagai berikut.

Tabel 2. Jumlah Subjek Penelitian

Jumlah Siswa	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Total	41	43
Pengisian Kuesioner I	26	39
Pengisian Kuesioner II	32	-
Pretes	37	39
Postes	35	43
Pretes dan postes	31	39

Instrumen penelitian adalah tes kemampuan pemecahan masalah, kuesioner persepsi, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Data dianalisis secara kualitatif untuk penerapan model PBM dan persepsi siswa terhadap model PBM, serta secara kuantitatif dengan menggunakan statistik uji-t untuk mengetahui efektivitas model PBM.

3. Pembahasan

3.1. Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa

Kemampuan pemecahan masalah matematika yang diteliti meliputi kemampuan: a) memahami masalah (*understanding the problem*); b) merencanakan penyelesaian masalah (*devising a plan*); c) melaksanakan rencana (*carrying out the plan*); dan d) memeriksa kembali proses dan hasil (*looking back*). Kemampuan-kemampuan tersebut diukur dengan menggunakan tes tertulis yang terdiri dari 10 butir soal. Jawaban siswa untuk setiap soalnya diberi skor berdasarkan kemampuan-kemampuan pemecahan masalah (memahami, merencanakan, melaksanakan, dan memeriksa) dengan aturan penskoran seperti berikut.

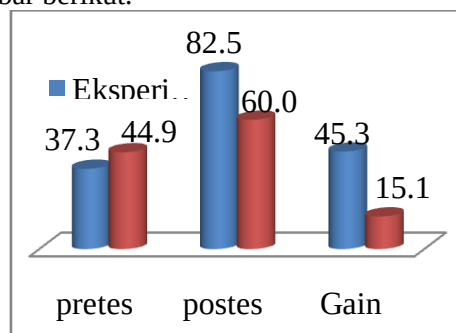
Tabel 2. Pedoman Penyekoran Kemampuan Pemecahan Masalah

Aspek yang Dinilai	Reaksi terhadap Masalah (Soal)	Skor
Pemahaman masalah (soal)	Tidak memahami masalah (soal)/tidak ada jawaban	0
	Tidak mengindahkan syarat-syarat soal/cara interpretasi soal kurang tepat.	1
	Memahami soal dengan baik	2
Perencanaan strategi penyelesaian soal	Tidak ada rencana strategi penyelesaian	0
	Strategi yang dijalankan kurang relevan	1
	Menggunakan satu strategi tertentu tetapi mengarah pada jawaban yang salah	2
	Menggunakan satu strategi tertentu tetapi mengarah pada jawaban yang salah	3
	Menggunakan beberapa strategi yang benar dan mengarah pada jawaban yang benar pula	4

Aspek yang Dinilai	Reaksi terhadap Masalah (Soal)	Skor
Pelaksanaan rencana strategi penyelesaian	Tidak ada penyelesaian sama sekali	0
	Ada penyelesaian, tetapi prosedur tidak jelas	1
	Menggunakan satu prosedur tertentu yang mengarah kepada jawaban yang benar.	2
	Menggunakan satu prosedur tertentu yang benar tetapi salah dalam menghitung	3
	Menggunakan prosedur tertentu yang benar dan hasil benar	4
Pengecekan jawaban	Tidak dilakukan pengecekan jawaban	0
	Pengecekan hanya pada jawaban (perhitungan)	1
	Pengecekan hanya pada prosesnya	2
	Pengecekan terhadap proses dan hasil	3

Di samping itu, jawaban siswa juga dinilai secara keseluruhan dan dinilai sebagai hasil belajar matematika siswa. Skor hasil belajar dan masing-masing kemampuan pemecahan masalah diolah dengan menggunakan uji statistik dengan bantuan software MINITAB V.13.

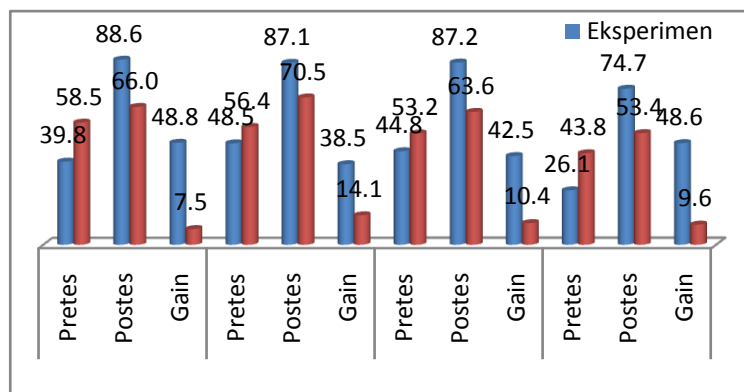
Berdasarkan hasil analisis data mengenai efektivitas model PBM terhadap kemampuan pemecahan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan penyelesaian masalah, dan memeriksa kembali proses dan hasil menunjukkan bahwa secara keseluruhan data berdistribusi normal dan homogen. Uji-t menghasilkan bahwa secara keseluruhan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa berbeda secara signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol dengan taraf signikansi (*p-value*) kurang dari 5%, yang berarti menolak H_0 , dan menunjukkan kemampuan pemecahan masalah matematika kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol. Nilai kemampuan pemecahan masalah secara keseluruhan disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Nilai Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Secara Keseluruhan

Terlihat bahwa kenaikan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas eksperimen (45,3) lebih besar dari pada kelas kontrol (15,1).

Secara spesifik, pengaruh PBM terhadap setiap komponen kemampuan pemecahan masalah matematis siswa sebagai berikut.



Gambar 2. Nilai Masing-masing Komponen Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa

Perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematika antara siswa yang diajar dengan menggunakan PBM dan siswa yang diajar dengan pembelajaran biasa dapat disebabkan oleh adanya:

- a. pengajuan masalah yang berhubungan dengan materi pelajaran pada bagian pendahuluan pembelajaran dapat menumbuhkan pemahaman siswa terhadap masalah dan mengetahui bagaimana menyelesaikan masalah tersebut. Melalui masalah siswa terlatih untuk mengetahui bagaimana kondisi soal, apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan, dan teori apa yang dapat digunakan untuk menyelesaikan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan pemahaman masalah dan merencanakan penyelesaian masalah.
- b. aktifitas yang dilakukan siswa berupa diskusi, negosiasi, refleksi dan investigasi pada tahap penyelesaian masalah dapat menumbuhkan empat kemampuan dalam menyelesaikan masalah, yaitu memahami, merencanakan, dan melaksanakan penyelesaian masalah, serta memeriksa kembali proses dan hasil. Melalui kegiatan-kegiatan tersebut siswa dapat mengetahui bagaimana kondisi soal, apakah kondisi soal yang diberikan cukup untuk menjawab permasalahan, apakah kondisi-kondisi soal saling bertentangan. Melalui diskusi dan negosiasi siswa juga dapat mengetahui teori mana yang digunakan untuk menyelesaikan soal, dan mendiskusikan apakah perlu data lain untuk menyelesaikan soal. Demikian juga dengan melaksanakan rencana dan memeriksa setiap langkah dapat dilakukan melalui diskusi dan negosiasi. Sedangkan kegiatan refleksi dan investigasi membuat siswa memeriksa kebenaran hasil yang diperoleh dan mendapatkan cara lain untuk menyelesaikannya.
- c. kegiatan penyimpulan yang dilakukan siswa dengan bimbingan guru dapat membuat siswa terampil untuk menggunakan teori mana yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah, dan bagaimana membuktikan bahwa setiap langkah yang dipilih sudah benar. Hal ini berkaitan dengan kemampuan merencanakan dan melaksanakan penyelesaian masalah.
- d. pemahaman objek matematika dan pementapan dapat mengasah ke-empat kemampuan pemecahan masalah. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dengan memberikan masalah lain dengan proses pemahaman dan pemaknaan membuat siswa terampil dalam menyelesaikan masalah yang meliputi empat kemampuan, yaitu memahami, merencanakan, dan melaksanakan penyelesaian masalah, serta memeriksa kembali proses dan hasil.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Dewanto (2007) yang menemukan bahwa pembelajaran dengan PBM meningkatkan kemampuan *representasi multiple matematis* mahasiswa. Demikian juga hasil penelitian Suparlan (2005) yang menyimpulkan bahwa PBM dapat meningkatkan kemampuan representasi matematika siswa, namun Suparlan melakukan penelitian di tingkat SMP dan kemampuan siswa lain yang meningkat karena PBM adalah pemahaman matematika. Sedangkan Ratnaningsih (2003) dan Herman (2006) menunjukkan bahwa PBM dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematik siswa, Ratnaningsih melakukannya di tingkat SMU dan Herman ditingkat SMP dengan kemampuan berpikir matematik tingkat tinggi.

3.2. Persepsi Siswa

Sebelum pembelajaran dan sesudah pembelajaran siswa di kelas eksperimen diberikan kuesioner yang diberi nama Kuesioner 1 (sebelum pembelajaran) dan Kuesioner 2 (sesudah pembelajaran). Kuesioner 1 berisi informasi tentang persepsi siswa terhadap pelajaran matematika yang meliputi mata pelajaran yang paling disukai dan apakah mata pelajaran matematika merupakan mata pelajaran yang disukai. Sedangkan Kuesioner 2 berisi informasi tentang apakah siswa menyukai metode pembelajaran yang dilaksanakan, apakah siswa lebih mudah memahami materi, dan komentar siswa tentang pelajaran yang sudah dilaksanakan. Olahan kuesioner disajikan sebagai berikut.

a. Mata Pelajaran yang Paling Disukai

Matematika bukan merupakan pilihan terbanyak untuk mata pelajaran yang *paling disukai* bagi siswa sebelum pembelajaran dimulai. Besarnya presentase siswa yang menyukai matematika sebelum pembelajaran ada 15%, dan sesudah pembelajaran meningkat menjadi 84%. Sebanyak 94% siswa lebih mudah memahami materi setelah model PBM diterapkan di kelas. Beberapa

alasan yang dikemukakan siswa mengapa memahami materi menjadi lebih mudah adalah karena selalu diberi masalah sehingga dapat dipelajari, seru diberi soal terus dan soal yang diberikan mudah dicermati, sangat menyenangkan, cara mengajarnya praktis, pelajaran matematika menjadi lebih mudah, efektif mengajarnya, dan cara yang diberikan tidak terlalu susah. Mereka juga mengatakan bahwa pelajaran matematika menjadi lebih mudah dan menjadi menyukai mata pelajaran matematika.

b. Komentar Siswa tentang Pelajaran yang Sudah Dilaksanakan

Komentar yang diberikan siswa setelah pembelajaran matematika dengan model PBM adalah: pelajaran yang sangat menantang dan menarik, materi menjadi mudah dimengerti, membuat nyaman, menghitung menjadi lebih praktis, menjadi lebih menyukai pelajaran, dan lebih giat belajar matematika,

4. Kesimpulan

- a. Model PBM lebih baik dari pada pembelajaran biasa dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMPN 9 Pamulang. Hal ini ditunjukkan dari hasil uji-t yaitu secara keseluruhan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa SMPN 9 berbeda secara signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol dengan taraf signikansi (p -value) kurang dari 5%, yang berarti menolak H_0 . Melalui PBM terjadi kenaikan kemampuan pemecahan masalah siswa sebesar 45,3, dari 37,3 (pretes) menjadi 82,5 (postes). Sedangkan kenaikan kemampuan pemecahan masalah siswa melalui pembelajaran biasa sebesar 15,1 dari 44,9 (pretes) menjadi 60,0 (postes).
- b. Sebanyak 94%, siswa berpersepsi bahwa melalui PBM, materi matematika menjadi lebih mudah dipahami. Dan karena PBM siswa yang menyukai pelajaran matematika menjadi meningkat dari 15% menjadi 84%. Hal ini disebabkan pembelajaran selalu diberi masalah sehingga dapat dipelajari, pelajaran matematika menjadi lebih mudah, efektif mengajarnya, dan cara yang diberikan tidak terlalu susah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R.I. (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics: student experiences and understandings. "Journal for Research on Mathematics Education," 29 (1). 41-62
- Dewanto, S.P. (2007). *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multiple Matematis Mahasiswa Melalui Belajar Berbasis Masalah*. Disertasi. Bandung: Sekolah Pascasarjana UPI. Tidak diterbitkan.
- Herman, T. (2006). *Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP*. Disertasi. Bandung: UPI. Tidak diterbitkan.
- Krulik, S. & Reys, R.E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Virginia: NCTM.
- Major, C. H., Baden, M. S. & Mackinnon, M. (2000). Issues in Problem Based leaning: A Message from Guest Editors. *Journal on Excellence in College Teaching*, USA, Web Edition, 11, 3.
- Polya, G. (1985). *How to Solve it. An new Aspect of Mathematical Method, Second Edition*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ratnaningsih, N. (2003). *Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematika Siswa Sekolah Menengah Umum melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Tesis. Bandung: UPI. Tidak diterbitkan.

- Ruseffendi, E.T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Suparlan, A. (2005). *Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Mengembangkan Kemampuan Pemahaman dan Representasi Matematik Siswa SMP*. Tesis. Bandung: UPI. Tidak diterbitkan.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Wahyudin. (2003). Peranan Problem Solving. Makalah Seminar pada *Technical Cooperation Project for Development of Mathematics and Science for Primary and Secondary Education in Indonesia*. August 25, 2003.
- Wijaya, A. (2012). *Pendidikan Matematika Realistik: Suatu Alternatif Pendekatan Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, 100, 327-341.

PERTANYAAN YANG MEMICU KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Saleh Haji

Ketua Program Pascasarjana (S2) Pendidikan Matematika FKIP Universitas Bengkulu
salehhaji25@gmail.com

ABSTRAK

Berpikir matematis merupakan salah satu kegiatan yang penting dilakukan siswa dalam pembelajaran matematika. Melalui kegiatan berpikir matematis secara efektif, memungkinkan siswa dapat memahami materi matematika dengan baik. Salah satu upaya untuk memicu berpikir matematis siswa adalah melalui pengajuan pertanyaan. Bagaimana metode atau bentuk pertanyaan yang dapat memicu berpikir matematis siswa? Pendekatan Socrates dapat memicu berpikir matematis siswa, yakni: 1. Menyiapkan sederetan pertanyaan, 2. Guru mengajukan pertanyaan, 3. Guru mengalihkan pertanyaan, dan 4. Guru mengulangi pertanyaan. Selain itu, dengan mengajukan pertanyaan yang menantang. Sedangkan jenis pertanyaannya sebagai berikut: 1. Pertanyaan awal, 2. Pertanyaan menstimulasi, 3. Pertanyaan menilai, dan 4. Pertanyaan akhir diskusi.

Kata kunci: Pertanyaan, Kemampuan Berpikir Matematis.

1. Pendahuluan

Teknik bertanya yang baik telah lama dianggap sebagai alat fundamental bagi guru dalam mengajar yang efektif. Sayangnya, penelitian menunjukkan bahwa 93% dari pertanyaan guru adalah "rendah" yaitu pertanyaan pengetahuan yang berfokus pada mengingat fakta (Daines dalam Way, J, 2011). Demikian juga dalam buku teks, contoh-contoh dan latihan masih didominasi oleh pertanyaan konseptual tingkat rendah yang hanya membutuhkan memori hafalan atau perhitungan sederhana. Tidak mudah ditemukan pertanyaan yang mengarah pada pembelajaran dengan pemahaman dalam buku pelajaran. Pertanyaan-pertanyaan diajukan hanya untuk menyelesaikan perhitungan semata. Jelas ini bukan jenis pertanyaan yang tepat untuk merangsang berpikir matematis siswa. Kegiatan pengajuan pertanyaan oleh guru dalam pembelajaran matematika sebagai salah satu indikator keprofesionalan guru matematika.

Berpikir merupakan kegiatan pemrosesan informasi secara mental untuk suatu tujuan tertentu (Yurniwati, 2009). Sedangkan berpikir matematis merupakan kegiatan berpikir yang berkenaan dengan karakteristik matematika (Sumarmo, 2003). Matematika merupakan ilmu tentang struktur yang terorganisasikan (Ruseffendi, 1991). Struktur tersebut mulai dari unsur yang tidak didefinisikan, ke unsur yang didefinisikan, aksioma/postulat dan akhirnya ke dalil.

Hal ini juga menunjukkan bahwa penting bagi setiap pendidik untuk menumbuhkan seni mengajukan pertanyaan yang dapat memicu berpikir matematika siswa. Pertanyaan (soal) yang baik dapat membuat siswa untuk memikirkan sebuah konsep baru. Menurut Van De Walle (2008), saat siswa terlibat dalam menyelesaikan suatu soal, maka hasilnya memperoleh pemahaman baru tentang matematika yang tersisipkan pada soal tersebut. Pertanyaan yang mengarah siswa untuk memahami harus dimulai dari pemahaman mereka saat ini dan memicu mereka untuk berpikir lebih maju dalam matematika. Pertanyaan jenis ini sangat berharga sebagai alat pembelajaran.

Siswa datang ke kelas untuk belajar matematika dengan membawa pengetahuan awal maupun miskonsepsi. Untuk itu, guru perlu mengetahui pengetahuan awal maupun miskonsepsi yang dibawa siswa sebelum membahas materi baru. Salah satu metode untuk keperluan tersebut adalah

metode Socrates. Metode ini sangat sukses diterapkan oleh seorang fisikawan bernama Eric Mazur (Terrell, W., 2011) dalam mengajar Fisika. Jantung dari pendekatan ini adalah pertanyaan yang baik, pertanyaan yang sangat kuat yang mendorong diskusi dan perdebatan tentang fisika.

2. Metode Socrates (*Socrates Method*)

Metode Socrates (*Socrates Method*), yaitu suatu cara menyajikan bahan/materi pelajaran, dimana anak didik/siswa dihadapkan dengan suatu deretan pertanyaan-pertanyaan, yang dari serangkaian pertanyaan-pertanyaan itu diharapkan siswa mampu/dapat menemukan jawabannya, atas dasar kecerdasannya dan kemampuannya sendiri. Dasar filsafat metode Socrates ini adalah pandangan dari Socrates, bahwa pada tiap individu anak didik telah ada potensi untuk mengetahui kebenaran dan kebaikan serta kesalahan. Dengan demikian seseorang sekalipun kelihatannya bodoh mungkin pula berpendapat/berbuat sebaliknya.

Langkah-langkah metode Socrates yaitu :

- a. Menyiapkan deretan pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada siswa, dengan memberi tanda atau kode-kode tertentu yang diperlukan.
 Seperti: pertanyaan tentang fakta matematika diberi kode “f”, pertanyaan tentang konsep diberi kode “k”, pertanyaan tentang prinsip diberi kode “p”, dan pertanyaan tentang keterampilan (skill) diberi kode “s”.
 Diberikan persamaan garis $5x + by = 16$ tegak lurus garis $2x + 5y = 4$.
 f: Tentukan fakta-fakta yang terdapat pada persamaan-persamaan garis tersebut?
 k: Tentukan konsep-konsep yang terdapat pada persamaan garis $2x+5y = 4$.
 p: Mana yang termasuk prinsip dari hal yang diketahui dalam soal ini.
 s: Tentukan titik potong garis $5x + by = 16$ dengan sumbu Y.
- b. Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa dan siswa diharapkan dapat menemukan jawabannya yang benar.
 Pemberian pertanyaan (tugas) tersebut didasarkan pada (Van De Wall, 2008):
 - 1) Matematika yang penting dan logis.
 - 2) Pengetahuan tentang pemahaman, ketertarikan dan pengalaman siswa.
 - 3) Seperti:
 - 4) Empat pohon membutuhkan air sebanyak 4 ember. Jika ada 20 pohon, berapa ember air yang dibutuhkan? (Astuti, 2012).
 - 5) Pengetahuan tentang cara-cara yang berbeda siswa belajar matematika.
 - 6) Seperti:
 - 7) Tentukan himpunan penyelesaian sistem persamaan linear berikut ini:
 - 8) $2(x+5y-3)+5(y-6) = -11$
 - 9) $4(2x+y-4)-7(y+2) = 7$
 - 10) Siswa dapat menyelesaikan cara yang berbeda, melalui: cara substitusi, eliminasi, dan grafik.
 - 11) Melibatkan intelektual siswa.
 - 12) Seperti:
 - 13) Pernyataan 1: Hari ini turun hujan atau Ani pergi ke pasar.
 - 14) Pernyataan 2: Jika Ani sedang sakit, maka ia tidak pergi ke pasar.
 - 15) Apa kesimpulan dari kedua pernyataan tersebut ? (Sujatmiko, 2012)
 - 16) Mengembangkan pemahaman dan keahlian matematika siswa.
 - 17) Merangsang siswa untuk membuat hubungan dan mengembangkan kerangka kerja yang koheren dari ide-ide matematika.
 - 18) Meningkatkan komunikasi tentang matematika.
 - 19) Menyatakan matematika sebagai aktivitas manusia.
 - 20) Melibatkan latar belakang pengalamandan sikap siswa.
 - 21) Meningkatkan perkembangan sikap siswa untuk mengerjakan matematika.

- c. Jika pertanyaan yang diajukan itu terjawab oleh siswa, maka guru dapat melanjutkan/mengalihkan pertanyaan berikutnya hingga semua soal dapat selesai terjawab oleh siswa.
- d. Jika pada setiap soal pertanyaan yang diajukan ternyata belum memenuhi tujuan, maka guru hendaknya mengulangi kembali pertanyaan tersebut. Dengan cara memberikan sedikit ilustrasi, apersepsi dan sekedar meningkatkan dan memudahkan berpikir siswa, dalam menemukan jawaban yang tepat dan cermat.

Berkaitan dengan Metode Socrater, menurut Badham (Way, J, 2011) ada empat strategi utama pertanyaan-pertanyaan yang dapat digunakan guru untuk membimbing siswa melalui investigasi sekaligus merangsang berpikir matematis siswa, yaitu:

a. Pertanyaan Awal

Bentuk pertanyaan terbuka yang fokus pada pemikiran siswa dalam arah umum dan memberi mereka titik awal. Contoh:

- 1) Bagaimana Anda dapat mengurutkan ini?
- 2) Berapa banyak cara yang dapat Anda temukan untuk?
- 3) Apa yang terjadi ketika kita ?
- 4) Apa yang dapat dibuat dari?
- 5) Berapa banyak yang berbeda dapat ditemukan?

b. Pertanyaan untuk Menstimulasi Berpikir Matematis

Pertanyaan-pertanyaan ini membantu siswa untuk fokus pada strategi tertentu dan membantu mereka untuk melihat pola dan hubungan. Ini membantu pembentukan jaringan konseptual yang kuat. Pertanyaan dapat berfungsi sebagai arahan ketika siswa 'terjebak'. Contoh:

- 1) Apakah sama?
- 2) Apanya yang berbeda?
- 3) Dapatkah Anda mengelompokkan dalam beberapa cara?
- 4) Dapatkah Anda melihat suatu pola?
- 5) Bagaimana cara Anda menemukan pola tersebut?
- 6) Setelah Anda menemukan pola, apa yang Anda pikirkan berikutnya?

c. Pertanyaan Menilai

Pertanyaan seperti ini meminta siswa untuk menjelaskan apa yang mereka lakukan atau bagaimana mereka sampai pada penyelesaian. Hal ini memungkinkan guru untuk melihat bagaimana anak-anak berpikir, apakah mereka mengerti dan pada tingkat operasi apakah mereka. Jelas yang terbaik adalah bertanya setelah anak-anak memiliki waktu untuk membuat penyelesaian masalah, untuk merekam beberapa temuan dan mungkin mencapai setidaknya satu penyelesaian. Contoh:

- 1) Apa yang telah Anda temukan?
- 2) Bagaimana Anda menemukan yang dikerjakan?
- 3) Mengapa Anda berpikir demikian?
- 4) Apa yang membuat Anda memutuskan untuk melakukannya dengan cara itu?

d. Pertanyaan Akhir Diskusi

Pertanyaan-pertanyaan ini diberikan untuk kelas dan merupakan *sharing* untuk membandingkan strategi dan solusi. Ini adalah fase penting dalam proses berpikir matematis. Ini menyediakan kesempatan lebih lanjut untuk refleksi dan realisasi ide-ide dan hubungan matematika. Hal ini mendorong anak-anak untuk mengevaluasi pekerjaan mereka. Contoh:

- 1) Siapa yang memiliki jawaban yang sama/pola/pengelompokan seperti ini?
- 2) Yang memiliki solusi yang berbeda?
- 3) Apakah hasil semua orang sama?
- 4) Mengapa/mengapa tidak?
- 5) Apakah kita telah menemukan semua kemungkinan?
- 6) Bagaimana kita tahu?
- 7) Pernahkah Anda memikirkan cara lain yang bisa dilakukan?
- 8) Apakah Anda berpikir kita telah menemukan solusi yang terbaik?

Dalam belajar dan memahami matematika, siswa harus berpikir tentang matematika. Tugas guru adalah memancing siswa berpikir. Untuk itu, pembelajaran dengan mengintegrasikan pertanyaan konseptual harus menjadi rutinitas kelas. Pertanyaan konseptual adalah pertanyaan yang meminta siswa untuk berpikir lebih tentang apa yang mereka lakukan, mengapa dan apa yang mereka lakukan, dan apakah yang mereka lakukan efisiensi untuk memecahkan masalah. Dalam konteks ini, tujuan utama dari pertanyaan konseptual adalah untuk memancing belajar bukan memastikan apa yang telah dipelajari. Membuat dan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang efektif yang memancing berpikir dan belajar membutuhkan kesabaran dan harus dilatih.

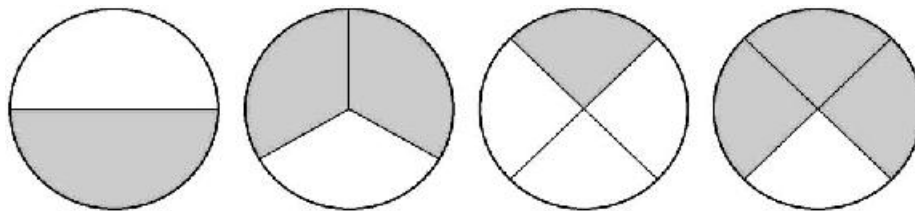
Van De Walle (2008) mengemukakan ciri-ciri pertanyaan (soal) dalam pembelajaran matematika yang dapat memicu kemampuan berpikir matematis siswa, yakni:

- Soal harus disesuaikan dengan kondisi siswa.
- Soal harus dikaitkan dengan matematika yang akan dipelajari siswa.
- Jawaban dan metode penyelesaian soal memerlukan justifikasi dan penjelasan.

Ada beberapa cara untuk mendorong siswa memberikan alasan jawaban mereka, setidaknya pada awalnya. Mintalah siswa untuk:

- menjelaskan alasan jawaban penyelesaian masalah.
- menjelaskan strategi yang digunakan untuk memecahkan masalah,
- membenarkan jawaban dan/atau pilihan,
- menjelaskan apa jawabannya berarti dalam konteks tertentu,
- memprediksi apa yang akan terjadi selanjutnya,
- mengenali dan memahami pertanyaan dinyatakan dalam bentuk baru, atau
- mengembangkan pertanyaan atau menciptakan masalah bagi jawaban yang diberikan.

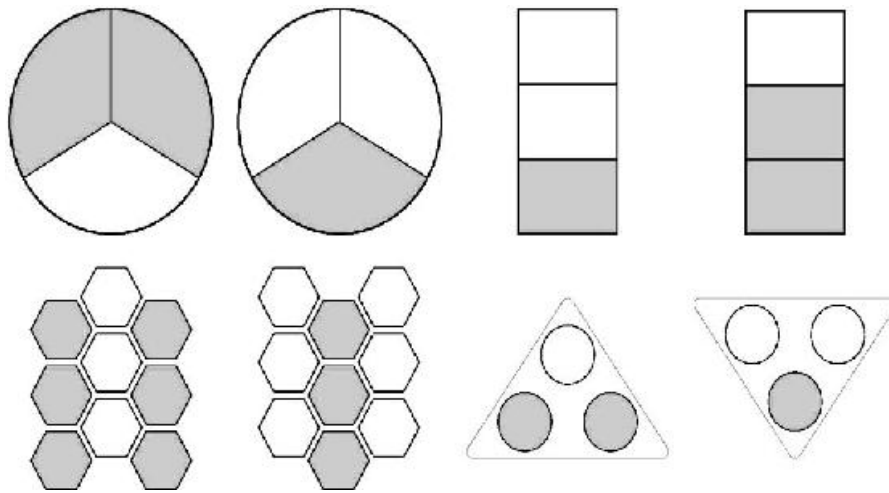
Berpikir matematis dapat dirangsang dengan meminta para siswa untuk melihat konsep di balik pertanyaan asli dalam cara yang berbeda, untuk menafsirkan jawaban, atau untuk mengekstrapolasi ke konteks baru.



Gambar 1. Beberapa lingkaran yang bagiannya diarsir

Pertanyaan rutin: meminta siswa untuk mengidentifikasi representasi gambar dari pecahan. *Gambar di atas yang manakah menunjukkan pecahan $\frac{2}{3}$?*

Pertanyaan ini meminta siswa memilih, dalam konteks tertentu tunggal, bagian yang diarsir pada lingkaran yang mewakili $\frac{2}{3}$. Siswa yang menjawab dengan benar mengungkapkan sedikit tentang pemahamannya tentang pecahan. Pertanyaan dapat dimodifikasi dengan meminta siswa untuk menginterpretasikan bagaimana gambar mewakili pecahan tertentu.



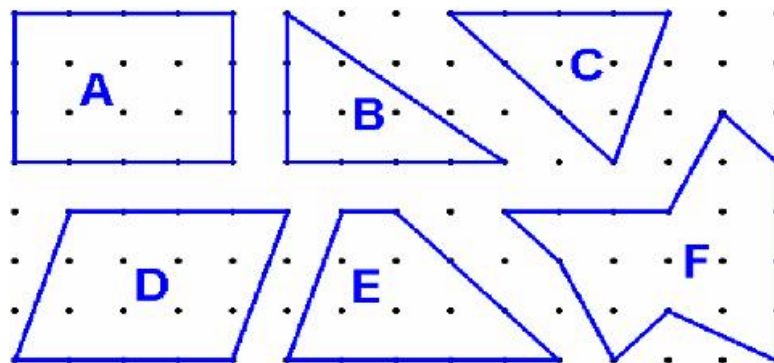
Jelaskan bagaimana masing-masing gambar berikut menunjukkan pecahan $\frac{2}{3}$.

Gambar 2. Beberapa bangun datar yang bagiannya diarsir

Angka-angka dalam pertanyaan ini mewakili $\frac{2}{3}$ dalam konteks yang sedikit berbeda (dalam kasus lingkaran besar dan persegi panjang sebagai bagian dari keseluruhan dan dalam kasus segi enam dan lingkaran kecil sebagai bagian dari kelompok). Meminta penjelasan tentang bagaimana masing-masing gambar mewakili $\frac{2}{3}$ membantu siswa menyadari bahwa pecahan memiliki arti yang berbeda dalam konteks yang berbeda. Dari penilaian atau informasi untuk perspektif guru, jawabannya mengungkapkan pemahaman siswa terhadap pecahan dan kemampuannya untuk menafsirkan mereka dalam beberapa konteks.

Pertanyaan berikut yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir matematis, melalui papan berpaku. Dengan papan berpaku tersebut, siswa diminta untuk menentukan luas bangun datar yang dibentuk dengan menghubungkan paku-paku tersebut dengan seutas tali/karet. Seperti:

Jika jarak terpendek antara dua titik dalam gambar berikut adalah satu sentimeter, tentukan luas bidang A, B, C, D, dan E.



Gambar 3. Beberapa bangun datar yang memuat beberapa paku

Meskipun seorang siswa dapat menemukan luas bidang A sampai E dengan menghitung sentimeter persegi dalam gambar, kebanyakan siswa akan berusaha untuk berbagai formula. Apakah mereka sudah mengetahui rumus atau mereka menggunakan beberapa referensi untuk menemukan formula, menemukan luas bidang dari gambar dengan cepat direduksi menjadi aritmatika dasar.

Ada beberapa pertanyaan menarik yang dapat dimodifikasi tentang luas bidang, seperti pertanyaan yang berkaitan dengan luas bidang yang tidak teratur.

Jika jarak terpendek antara dua titik dalam Gambar 3 yang ditunjukkan di atas adalah satu sentimeter, tentukan luas bidang F.

Dalam rangka untuk mencari luas daerah F, siswa dapat mematahkan gambar menjadi potongan-potongan sederhana dan menggunakan rumus yang biasa untuk luas daerah. Jika demikian, siswa menunjukkan pemahaman tentang daerah di luar substitusi dalam formula. Jika hal ini terjadi, meminta luas daerah F akan menjadi pertanyaan yang lebih konseptual. Namun, jika siswa telah dilatih untuk memotong gambar menjadi bagian yang lebih akrab, kemudian mencari luas daerah F itu sedikit lebih dari pelaksanaan prosedur hafal.

Pertanyaan modifikasi meminta siswa untuk menganalisis keyakinan ini. Seperti:

Jawaban akhir untuk $\frac{2}{3} : \frac{p}{q}$ adalah lebih besar ketika

- a) $p = 3$ dan $q = 5$
- b) $p = 3$ dan $q = 4$
- c) $p = 4$ dan $q = 5$
- d) $p = 4$ dan $q = 4$

Tujuan dari pertanyaan ini adalah agar siswa menganalisis pengaruh perubahan pembilang atau penyebut pembagi positif. Bahkan jika siswa mengerjakannya secara aritmatika untuk setiap alternatif, dia akan membandingkan hasilnya. Bahkan lebih terarah, pertanyaan lebih mendalam dapat digunakan untuk mendapatkan siswa melihat dengan seksama pada pengaruh perubahan pembilang atau penyebut ketika membagi, seperti salah satu dari berikut ini.

Modifikasi pertanyaan di atas meminta siswa untuk membandingkan efek dari meningkatnya pembilang dari pembagi. Misalkan p dan q adalah bilangan positif, apakah hasil dari pembagian $\frac{2}{3} : \frac{p}{q}$ naik atau turun jika nilai p meningkat? Jelaskan mengapa?

Menjawab pertanyaan dimodifikasi akan memakan waktu, namun menjawab pertanyaan ini membentangkan pemahaman siswa tentang pembagian dengan bilangan pecahan positif dan menghadapi keyakinan bahwa pembagian membuat jumlah yang lebih kecil dapat membantu siswa menghindari *misapplications* di masa yang akan datang. Untuk meregangkan pemahaman ini sedikit lebih, tindak lanjut yang baik adalah menanyakan bagaimana perubahan jawaban jika p dan q tidak diharuskan untuk menjadi positif.

Selain dapat menumbuhkan kemampuan berpikir matematis, penyelesaian pertanyaan (soal) dapat memberikan manfaat sebagai berikut (Van De Wall, 2008):

- a. menempatkan fokus pada perhatian siswa terhadap ide dan pemahamannya.
- b. mengembangkan kepercayaan diri siswa bahwa mereka dapat mengerjakan matematika dan bahwa matematika masuk di akal.
- c. memberi data penilaian secara terus menerus yang dapat digunakan untuk membuat keputusan tentang pengajaran, membantu siswa dan memberi informasi kepada orang tua.
- d. memungkinkan variasi siswa yang besar.
- e. mengembangkan kekuatan matematika.
- f. dapat membuat kesenangan.

3. Penutup

Dalam upaya mempersiapkan warga negara menghadapi tantangan yang menanti, penting bagi mereka dapat mempelajari teknologi baru dan beradaptasi dengan situasi baru dengan cepat. Masyarakat saat ini membutuhkan populasi yang kreatif yang dapat menganalisa masalah baru dan menemukan solusi baru. Gagasan bahwa penguasaan matematika berarti mengetahui banyak rumus dan cepat menyelesaikan masalah aritmatika bukanlah tujuan pembelajaran matematika. Setidaknya untuk abad ini, penguasaan matematika berarti mampu beradaptasi prosedur dikenal dengan situasi baru dan muncul dengan prosedur yang lebih efisien untuk situasi lama. Penelitian terbaru dalam cara orang belajar matematika menunjukkan bahwa pemahaman apa yang mereka lakukan dan mengapa sangat penting. Pembelajaran tersebut tidak terjadi secara spontan, guru harus memicu siswa untuk berpikir yang diperlukan untuk memahami apa yang mereka lakukan. Pembelajaran matematika yang dapat memicu siswa untuk berpikir perlu dibudayakan. Salah

satunya adalah dengan mengajukan pertanyaan yang lebih konseptual dan mendengarkan jawaban siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, A.Y., Aksin, N., Ngapiningsih (2012). Bank Soal Matematika SMP/MTs. Yogyakarta: PT Citra Aji Parama.
- Bellido & Ramos. (2011). *The Art of Asking Thought Provoking Questions in the Mathematics Classroom*. [On-line]. Tersedia: http://puertorico.mspnet.org/media/data/TheArtOfGeneratingGoodQuestions.pdf?media_000000006087.pdf [9 Desember 2011].
- Yurniwati (2009). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi dengan Computer Based Problem Solving pada Siswa SMP. Disertasi. Bandung: Sekolah Pascasarjana UPI. Tidak diterbitkan.
- Ruseffendi, E.T. (1991). Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA. Bandung: Tarsito.
- Sujatmiko, E., Bramasi, R. (2012). Bank Soal SMA/MA. Surakarta: Aksarra Sinergi Media.
- Sumarmo, U. (2003). Pengembangan Berpikir Matematika Tingkat Tinggi pada Siswa SLTP dan SMU serta Mahasiswa S1 melalui berbagai pendekatan pembelajaran. Bandung: Laporan Penelitian Pascasarjana UPI Bandung.
- Terrell, M. (2011). *Asking Good Questions in The Mathematics Classroom*. [On-line]. Tersedia: <http://www.anova.gr/pages/ClickersInMathematics.pdf>. [11 Desember 2011].
- Van De Wall, J.A. (2008). Matematika Sekolah Dasar dan Menengah, Pengembangan Pengajaran. Jakarta: Gramedia.
- Way, J. (2011). *Using Questioning to Stimulate Mathematical Thinking*. [On-line]. Tersedia: <http://nrich.maths.org/2473>. [9 November 2011].

ANALISIS MOTIVASI BELAJAR SISWA MA PEMBANGUNAN UIN JAKARTA PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA

Benni Al Azhri¹, Abdul Muin²

^{1,2}) Jurusan Pendidikan Matematika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

¹) alazhri_benni@yahoo.co.id ; ²) muinfasya@gmail.com

ABSTRAK

Motivasi belajar matematika adalah sesuatu yang menggerakkan seseorang (dalam hal ini siswa) untuk belajar matematika, terdapat dua faktor yang mempengaruhi motivasi belajar siswa yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Artikel ini ditujukan untuk memberikan gambaran mengenai motivasi belajar siswa MA Pembangunan UIN Jakarta pada mata pelajaran matematika. Motivasi belajar matematika yang dianalisis pada penelitian ini dibatasi pada faktor intrinsik saja yaitu aspek dimensi semangat belajar matematika dan usaha dalam belajar matematika. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analitik untuk menggambarkan motivasi siswa dalam belajar matematika. Instrumen dalam penelitian ini berupa kuesioner berisi pernyataan-pernyataan berdasarkan indikator yang mengacu kepada kedua dimensi diatas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa terhadap mata pelajaran matematika berada pada kategori baik, walaupun kecenderungan usaha dalam belajar lebih rendah daripada semangat belajar yang terdapat didalam diri siswa, terlihat dari persentase penerimaan dan tanggung jawab terhadap tugas yang menunjukkan angka paling rendah diantara indikator lainnya. Penyebab yang paling dominan adalah karena sebagian siswa malas dalam melaksanakan tugas terlebih mereka menganggap soal dan tugas itu terasa sulit serta membosankan.

Kata Kunci: Motivasi Belajar Matematika

1. Pendahuluan

Banyak faktor yang mempengaruhi belajar sebagai suatu proses kegiatan untuk mengubah tingkah laku subyek belajar. Secara umum dikatakan bahwa pengaruh itu bisa datang dari dalam diri subyek belajar dan pengaruh yang datang dari luar subyek belajar. Pengaruh-pengaruh tersebut sering dinamakan faktor intern dan faktor ekstern. Menurut Suharsimi Arikunto, faktor yang berasal dari dalam diri subyek belajar menjadi dua yaitu faktor biologis yang antara lain meliputi usia, kematangan dan kesehatan, dan faktor psikologis yang antara lain meliputi kelelahan, suasana hati, motivasi, minat dan kebiasaan belajar. Sedangkan faktor yang bersumber dari luar diri subyek belajar juga diklasifikasikan menjadi dua yaitu faktor manusia dan faktor non manusia seperti alam, benda, hewan dan lingkungan fisik. (Ulwanullah: 2010)

Menurut Sardiman, diantara sekian banyak faktor yang memiliki pengaruh dalam belajar itu faktor psikologis dalam belajar akan memberikan andil yang cukup penting. Faktor psikologis akan senantiasa memberikan landasan dan kemudahan dalam upaya mencapai tujuan belajar secara optimal. Motivasi merupakan faktor psikologis yang bersifat non intelektual. Peranannya yang khas adalah dalam hal penumbuhan gairah, merasa senang dan semangat untuk belajar (Ulwanullah: 2010). Begitu pun dalam hal proses pembelajaran matematika, untuk memahami pelajaran ini dengan baik, sangat penting bagi siswa untuk memiliki motivasi yang kuat mengingat mata pelajaran ini merupakan salah satu materi yang cukup sulit untuk dipahami jika tidak bersungguh-sungguh. Motivasi tersebut dijadikan sebagai tenaga pendorong bagi siswa untuk mengikuti kegiatan pembelajaran dengan tekun sehingga memungkinkan siswa menguasai materi matematika yang diajarkan dan terciptalah kondisi belajar-mengajar yang efektif.

Motivasi Belajar Matematika

Motivasi berasal dari bahasa Inggris *motivation* yang berarti dorongan. Kata kerjanya adalah *to motivate* yang berarti mendorong, menyebabkan dan merangsang. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), motivasi adalah dorongan yang timbul pada diri seseorang secara sadar atau tidak sadar untuk melakukan suatu tindakan dengan tujuan tertentu. Beberapa ahli juga memberikan pendapatnya tentang definisi motivasi, diantaranya Sardiman (2003 : 73) yang menyebutkan bahwa motif dapat dikatakan sebagai daya penggerak dari dalam diri individu untuk melakukan aktivitas-aktivitas tertentu demi mencapai suatu tujuan.

Menurut Syah (2002 : 134), motivasi belajar sebagai proses psikologis siswa untuk melakukan tindakan belajar timbul diakibatkan oleh dua faktor, yaitu Faktor Intrinsik dan Faktor Ekstrinsik. Faktor Intrinsik adalah hal atau keadaan yang berasal dari dalam diri siswa sendiri yang dapat mendorong tindakan belajar, hal ini dapat berupa kepribadian, pengalaman, pendidikan, atau harapan dan cita-cita. Sedangkan Faktor Ekstrinsik adalah hal atau keadaan yang datang dari luar individu siswa yang mendorongnya untuk melakukan kegiatan belajar, hal ini bisa jadi berupa pujian dari orang lain, tauladan orang tua, peraturan sekolah, dan lain sebagainya.

Sardiman (2003: 83) juga mengemukakan ciri-ciri terdapatnya motivasi didalam diri seseorang ketika dalam proses belajar yaitu:

- a) Tekun menghadapi tugas (dapat bekerja terus-menerus dalam waktu yang lama, tidak pernah berhenti sebelum selesai)
- b) Ulet menghadapi kesulitan (tidak lekas putus asa). Tidak memerlukan dorongan dari luar untuk berprestasi sebaik mungkin (tidak cepat puas dengan prestasi yang telah dicapainya).
- c) Menunjukkan minat terhadap bermacam-macam masalah
- d) Lebih senang bekerja mandiri
- e) Cepat bosan pada tugas-tugas yang rutin (hal-hal yang bersifat mekanis, berulang-ulang begitu saja, sehingga kurang kreatif).
- f) Dapat mempertahankan pendapatnya (kalau sudah yakin akan sesuatu).
- g) Tidak mudah melepaskan hal yang diyakininya itu.
- h) Senang mencari dan memecahkan soal-soal.

Dari beberapa pemaparan definisi motivasi diatas, maka peneliti menyimpulkan bahwa motivasi adalah sesuatu yang menjadi daya penggerak seseorang untuk melakukan suatu aktivitas. Jika ditambahkan kata “belajar matematika” didepannya, maka dapat dikatakan bahwa motivasi belajar matematika adalah sesuatu yang menggerakkan seseorang (dalam hal ini siswa) untuk belajar matematika.

Berdasarkan pengamatan peneliti, sebagian aktivitas siswa di sekolah menunjukkan ketidak-tertarikan siswa dalam mengikuti pembelajaran. Hal ini dapat terlihat dari kegiatan siswa seperti ada yang berbicara dengan temannya dan tidak memperhatikan ketika guru menerangkan pelajaran. Selain itu pada saat diberikan tugas ada beberapa siswa yang meremehkan dan tidak bertanggung jawab serta kebanyakan dari mereka jika diberikan tugas atau PR dari guru selalu dikerjakan di sekolah. Kondisi seperti ini menyebabkan peneliti ingin mengetahui bagaimana motivasi siswa-siswi MA Pembangunan UIN Jakarta dalam mempelajari matematika.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “Bagaimana motivasi belajar siswa MA Pembangunan UIN Jakarta pada mata pelajaran matematika?” Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana motivasi belajar siswa pada mata pelajaran matematika. Manfaat utama dalam penelitian ini adalah agar para guru matematika di MA Pembangunan UIN Jakarta memahami keadaan motivasional para siswa dalam belajar matematika sehingga diharapkan akan menindak lanjuti dengan strategi atau metode pembelajaran yang mampu meningkatkan motivasi belajar siswa agar prestasi belajar dapat meningkat.

Peneliti memahami bahwa motivasi belajar siswa bisa datang dari dalam diri siswa sendiri maupun dari luar dirinya, namun penelitian ini terbatas hanya pada faktor intrinsik atau yang datang dari dalam diri siswa itu sendiri, oleh karena itu peneliti memutuskan untuk memilih dua dimensi

sebagai ukuran untuk mengetahui bagaimana keadaan motivasi belajar matematika siswa, yaitu dimensi semangat untuk belajar matematika dan dimensi usaha siswa dalam belajar matematika. Lalu dari kedua dimensi ini diuraikan lagi menjadi beberapa indikator motivasi belajar siswa yang diadaptasi dari ciri yang diungkapkan Sardiman diatas, seperti tertera pada tabel berikut :

Tabel 1. Dimensi dan Indikator Motivasi Belajar Siswa

No.	Dimensi	Indikator
1	Semangat untuk belajar matematika	a. Kebutuhan b. Keyakinan diri c. Tujuan yang ingin dicapai d. Kebanggaan
2	Usaha dalam belajar matematika	e. Keuletan f. Menerima tugas g. Tanggung jawab terhadap tugas h. Umpan balik

2. Metode Penelitian

2.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif analitik yang memberikan gambaran mengenai motivasi belajar matematika siswa. Margono (2004) menyebutkan bahwa penelitian deskriptif analitik memberikan pemaparan gambaran mengenai situasi yang diteliti dalam bentuk uraian naratif dan menjaga objektivitas pemaparan atau sesuai apa adanya.

2.2. Subyek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa MA Pembangunan UIN Jakarta tahun ajaran 2012/2013. Sedangkan sampel dipilih secara acak dari kelas X dan XI MA Pembangunan UIN Jakarta yaitu sebanyak 35 siswa yang terdiri dari 24 siswa laki-laki dan 11 siswa perempuan.

2.3. Instrumen Penelitian

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan suatu instrumen yaitu kuesioner motivasi belajar siswa yang terdiri dari pernyataan-pernyataan tertulis sebanyak 20 item. Hasil yang muncul dari instrumen ini digunakan untuk menganalisis bagaimana motivasi belajar siswa dalam pembelajaran matematika di MA Pembangunan UIN Jakarta, khususnya pada kelas X dan XI tahun ajaran 2012/2013. Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh peneliti dalam penyusunan instrumen adalah sebagai berikut :

1. Menentukan variabel yang akan diteliti, yaitu motivasi belajar matematika siswa.
2. Menentukan dimensi dan indikator dari variabel.
3. Menyusun kisi-kisi skala motivasi.
4. Menyusun pernyataan/pertanyaan yang disertai alternatif jawabannya.
5. Menentukan kriteria penskoran alternatif jawaban yaitu dengan menggunakan skala Likert dengan empat jawaban alternatif yaitu; Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Tabel 2. Dimensi, Indikator, dan Kisi-kisi Instrumen Motivasi Belajar Siswa

No.	Dimensi	Indikator	No. Item		Jumlah
			(+)	(-)	
1	Semangat untuk belajar matematika	a. Kebutuhan	1	4	2
		b. Keyakinan diri	10	18	2
		c. Tujuan yang ingin dicapai	13	9	2
		d. Kebanggaan	2	16	2
2	Usaha dalam belajar matematika	e. Keuletan	3, 7	17, 19	4
		f. Menerima tugas	8	5, 11	3
		g. Tanggung jawab terhadap tugas	14	6	2
		h. Umpan balik	12, 15	20	3
Jumlah			10	10	20

Tabel 3. Kriteria Penskoran Alternatif dari Likert

No.	Alternatif Jawaban	Skor	
		Untuk Pilihan (+)	Untuk Pilihan (-)
1	Sangat Setuju (SS)	3	0
2	Setuju (S)	2	1
3	Tidak Setuju (TS)	1	2
4	Sangat Tidak Setuju (STS)	0	3

(Arifin, 2009: 160)

2.5. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil kuesioner diolah untuk mendapatkan persentase kecenderungan motivasi belajar siswa dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{S}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Persentase rata-rata kecenderungan motivasi belajar siswa

S : Total skor jawaban siswa terhadap pernyataan

N : Skor Maksimum

Selanjutnya untuk mempermudah penarikan kesimpulan, terlebih dahulu dilakukan penafsiran dan interpretasi dari hasil persentase kecenderungan motivasi belajar siswa terhadap pelajaran matematika seperti di bawah ini:

Tabel 4. Skala Kecenderungan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Mata Pelajaran Matematika

NO	Interval Skor	Kategori
1	81-100%	Sangat Baik
2	61-80%	Baik
3	41-60%	Cukup
4	21-40%	Kurang
5	0-20%	Sangat Kurang

Dengan mengacu pada perhitungan diatas, maka setiap jawaban yang diperoleh dapat diketahui persentase rata-ratanya dan akan mempermudah penafsiran dalam penelitian ini. Penafsiran dilakukan dengan melihat persentase rata-rata dimensi dan indikator motivasi belajar berdasarkan jawaban yang telah diberikan responden, kemudian hasilnya dianalisa berdasarkan teori dan konsep yang telah ada.

3. Hasil Penelitian

Hasil pengolahan data instrumen kuesioner motivasi belajar matematika yang diberikan kepada 35 orang siswa MA Pembangunan UIN Jakarta disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Persentase Skor Rata-rata Motivasi Belajar Matematika per-Indikator

No.	Indikator	Persentase Skor Item (%)		Persentase Skor Rata-rata (%)
		(+)	(-)	
1	a. Kebutuhan	80	88,6	84,3
	b. Keyakinan diri	84,8	46,7	65,8
	c. Tujuan yang ingin dicapai	78,1	45,7	61,9
	d. Kebanggaan	89,5	61	75,3
2	e. Keuletan	71,9	58,1	65
	f. Menerima tugas	50,5	64,8	57,7
	g. Tanggung jawab terhadap tugas	51,4	65,7	58,6
	h. Umpan balik	81,4	60	70,7

Pada setiap indikator, Persentase Skor Item (+) merupakan persentase rata-rata dari pernyataan-pernyataan positif sedangkan Persentase Skor Item (-) merupakan persentase rata-rata dari pernyataan-pernyataan negatif. Adapun Persentase skor Rata-rata adalah persentase rata-rata indikator tersebut secara keseluruhan yaitu rata-rata gabungan dari persentase item (+) dan juga persentase item (-).

Data diatas dapat dilanjutkan kedalam persentase skor rata-rata perdimensi yang didapat dari akumulasi persentase skor rata-rata tiap indikator yang terdapat di dalam dimensi itu. Hal ini dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 6. Persentase Skor Rata-rata Motivasi Belajar Matematika per-Dimensi

No.	Dimensi	Persentase Skor Rata-rata (%)
1	Semangat untuk belajar matematika	71,8
2	Usaha dalam belajar matematika	63
Total		67,4

Secara keseluruhan, total skor rata-rata motivasi belajar matematika siswa dilihat dari faktor internalnya yaitu berdasarkan dimensi “semangat untuk belajar matematika” dan “usaha siswa dalam belajar matematika” adalah sebesar 67,4 % atau berada pada kategori baik.

4. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil perhitungan kuesioner motivasi belajar menunjukkan bahwa dari 35 sampel siswa yang diteliti, persentase Skor Rata-rata Motivasi Belajar Matematika sebesar 67,4% yang menunjukkan bahwa motivasi belajar matematika yang terdapat di dalam diri para siswa sebenarnya sudah baik, namun jika di bahas lebih mendalam maka kita akan mendapat beberapa gambaran yang diuraikan berdasarkan indikator-indikator dari kedua dimensi berikut :

Dimensi Semangat untuk Belajar Matematika

1. Kebutuhan

Dari sudut pandang kebutuhan akan belajar matematika, didapatkan bahwa sebenarnya siswa MA Pembangunan UIN Jakarta merasa butuh untuk belajar matematika, bahkan mayoritas dari mereka beranggapan bahwa matematika sangat bermanfaat bagi kehidupan mereka, analisa ini ditunjang

pula oleh hasil analisa butir pernyataan lain, para siswa membuktikan apa yang mereka yakini bahwa mereka butuh belajar matematika sehingga mereka mengikuti pelajaran matematika dengan baik salah satu caranya adalah dengan tidak keluar saat proses pembelajaran berlangsung.

2. *Keyakinan diri*

Dari sudut pandang keyakinan diri siswa, didapatkan bahwa semuanya positif menjawab sangat yakin akan memperoleh nilai matematika yang bagus apabila rajin belajar. Namun ternyata faktanya cukup ironis, berdasarkan analisa dari butir pernyataan lain, lebih dari 50% responden merasa ragu untuk mendapat nilai yang bagus dalam pelajaran matematika, dari sini kita bisa mengatakan bahwa mayoritas siswa tidak rajin atau bahkan malas belajar matematika sekalipun mereka yakin akan mendapat nilai bagus jika mereka rajin.

3. *Tujuan yang ingin dicapai*

Dari sudut pandang tujuan yang ingin dicapai oleh siswa, didapatkan bahwa mereka sebagian besar memiliki tujuan untuk memperoleh nilai yang memuaskan, mereka mengatakan akan banyak membaca dan berlatih mengerjakan soal untuk menggapai tujuan itu, tetapi terjadi kontradiksi pada pernyataan lain, mereka tetap mengatakan bahwa mereka menginginkan nilai yang memuaskan namun mereka malas dalam belajar matematika.

4. *Kebanggaan*

Dari sudut pandang kebanggaan yang dirasakan siswa, didapatkan bahwa ketika mereka memperoleh nilai matematika yang bagus akan timbul rasa senang dan rasa kebanggaan dalam diri mereka, hal ini terlihat dalam beberapa pernyataan, mayoritas siswa mengatakan hal demikian. Hal ini cukup baik jika ditinjau dari sisi motivasi sebab rasa bangga ini juga yang mampu membantu mereka untuk belajar lebih giat lagi.

Secara keseluruhan menunjukkan bahwa mereka telah merasa butuh mempelajari matematika, mereka juga punya keyakinan diri yang cukup, mereka memiliki tujuan yang bulat, dan mereka juga memiliki rasa bangga yang cukup besar. Hal inilah yang menjadikan syarat cukup bagi mereka dikatakan memiliki dorongan belajar matematika yang baik.

Dimensi Usaha Dalam Belajar Matematika

5. *Keuletan*

Dari sudut pandang keuletan siswa, didapatkan bahwa siswa cukup ulet dalam belajar matematika, ini terlihat pada salah satu pernyataan bahwa mereka yang mengatakan telah belajar lebih dahulu sebelum pelajaran matematika dimulai mencapai angka 60% dari total responden. Data ini juga didukung oleh fakta dari pernyataan lain yang menunjukkan bahwa siswa yang belajar matematika di rumah mencapai angka 70% dan mereka 100% merasa puas jika berhasil mengerjakan soal-soal yang diberikan guru karena hal itu menunjukkan bahwa mereka telah memahami materi yang telah diajarkan. Namun, dari seluruh responden, terdapat lebih dari 50% yang merasa mudah menyerah ketika menghadapi soal-soal yang mereka anggap sulit untuk dikerjakan. Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya siswa MA Pembangunan UIN Jakarta cukup ulet dalam belajar matematika hanya saja mereka sepertinya membutuhkan hal yang membuat mereka bersemangat agar tidak mudah menyerah ketika menemui soal yang mereka anggap sulit.

6. *Menerima tugas*

Dari sudut pandang sikap penerimaan terhadap tugas matematika yang dilakukan oleh siswa, didapatkan bahwa perbandingan antara responden yang bersikap menerima tugas dengan baik dan yang tidak hampir sama rata. Lalu selanjutnya, menurut hasil dari pernyataan lain menunjukkan bahwa responden yang tidak mengerjakan tugas-tugas mencapai 28%, hal ini mengungkapkan bahwa penerimaan siswa terhadap tugas masih kurang optimal, asumsi ini juga diperkuat dari hasil pada pernyataan lainnya lagi, bahwa ternyata dari semua responden, hampir 26% siswa selalu melihat hasil kerja temannya ketika mereka diberikan tugas oleh guru.

7. *Tanggung jawab terhadap tugas*

Dari sudut pandang sikap tanggung jawab siswa terhadap tugas, didapatkan bahwa responden yang mengerjakan tugas tepat waktu dan yang tidak juga hampir seimbang. Sebagian dari mereka tidak mengerjakan tugas itu di rumah, ketika peneliti wawancara secara nonformal kepada mereka, didapati bahwa mereka mengerjakan tugas di sekolah dengan melihat tugas yang telah dikerjakan oleh temannya. Bahkan dalam suatu pernyataan menunjukkan bahwa masih ada sebagian dari mereka yang langsung menyerahkan tugasnya kepada teman yang lebih rajin. Hal ini mengindikasikan bahwa sikap tanggung jawab sebagian siswa terhadap tugas yang diberikan masih cukup rendah.

8. *Umpan balik*

Dari sudut pandang umpan balik yang siswa lakukan, didapatkan bahwa siswa merasa lebih mengerti materi yang diajarkan dengan mengerjakan latihan soal-soal. Hasil dari salah satu butir pernyataan menunjukkan selama ini, menurut hampir 65% responden menyatakan soal-soal yang mereka kerjakan tidak terlalu menyulitkan mereka dan juga tidak terlalu membosankan, dan siswa pada umumnya merasa senang jika mereka mendapat pengakuan dan point atas tugas dan PR yang telah mereka kerjakan dengan baik. Namun jangan di sepelekan juga bahwa ada sebanyak 35% siswa yang menyatakan kontradiktif terhadap siswa lainnya, jumlah ini cukup besar jika di generalisasi terhadap seluruh siswa disekolah. Ini berarti tidak sedikit juga yang menganggap soal-soal yang biasa diberikan kepada mereka lebih sulit dari pada materi yang telah mereka pahami dan juga menjadikan pelajaran matematika ini terasa membosankan.

Secara keseluruhan menunjukkan bahwa para siswa umumnya sudah berusaha dalam belajar matematika namun kebanyakan masih belum optimal, terutama dalam hal tanggung jawab terhadap tugas yang mereka terima. Jika dibandingkan berdasarkan persentase rata-rata dimensinya, kita bisa lihat (pada Tabel 6) bahwa usaha para siswa dalam belajar matematika cenderung lebih kecil (terlihat cukup jauh) dari pada dorongan belajar matematika. Penyebab paling dominan adalah karena sebagian siswa malas dalam melaksanakan tugas dan mereka menganggap soal dan tugas itu terasa sulit serta membosankan.

5. **Kesimpulan dan Rekomendasi**

Dari hasil yang didapat dari pembahasan diatas, diperoleh persentase kecenderungan motivasi belajar matematika siswa MA Pembangunan UIN Jakarta adalah sebesar 67,4%, hal ini menunjukkan bahwa ternyata motivasi belajar matematika siswa terhadap mata pelajaran matematika berdasarkan dimensi semangat untuk belajar matematika dan dimensi usaha dalam belajar matematika berada pada kategori baik, walaupun kecenderungan usaha dalam belajar lebih rendah daripada semangat yang terdapat didalam diri siswa.

Berdasarkan hasil penelitian dari data yang diperoleh, peneliti merekomendasikan agar:

1. Siswa harus merasa perlu akan pentingnya belajar matematika sehingga dari sinilah siswa akan termotivasi dengan sendirinya untuk belajar matematika. Selain itu siswa juga harus dapat mengatur waktu belajar yang baik sehingga terbentuk kedisiplinan belajar, harus membiasakan belajar meskipun tidak ada PR, membiasakan mengerjakan sendiri tugas yang diberikan dan tidak mengandalkan teman jika ada tugas kelompok, karena kebiasaan seperti ini juga sangat membantu dalam menjadikan motivasi tersendiri bagi siswa untuk menjadi lebih baik dalam belajar matematika dan lebih jauh akan membentuk pribadi yang berintegritas dimasa depan.
2. Para guru bidang studi matematika melakukan intervensi dari luar diri siswa dalam bentuk perubahan dalam proses pembelajaran, mungkin dengan menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dari biasanya atau berbantuan media pembelajaran yang sesuai dengan materi ajar agar siswa tidak merasa bosan dalam pembelajaran dan meningkatkan daya berpikir mereka, bukan hanya tersulitkan oleh tugas-tugas yang mereka rasa melebihi pemahaman yang mereka peroleh.

DAFTAR PUSTAKA

- A.M, Sardiman. (2003). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Arifin, Zainal. (2009). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Margono. (2004). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Syah, Muhibbin. (2002). *Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Ulwanullah, Arif. (2010). *Arti Pentingnya Motivasi dalam Belajar*. Diakses melalui <http://ejournal.unirow.ac.id/ojs/index.php/unirow/article/view/49> pada 13:50, 21 Juli 2013.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN *SPATIAL SENSE* DAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIK SISWA SMA MELALUI PENDEKATAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN KOMPUTER

Encep Nurkholis

SMAN 1 Karangnunggal
encepnurkholis@gmail.com

ABSTRAK

Makalah ini melaporkan temuan dari satu eksperimen dengan disain pretest-posttest dan kelompok kontrol dan menerapkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer untuk menemukan kemampuan *spatial sense* dan pemecahan masalah matematik siswa. Subyek sampel penelitian adalah sebanyak 72 siswa kelas-10 dari satu SMA Negeri di Karangnunggal. Instrumen penelitian ini adalah tes kemampuan *spatial sense*, tes kemampuan pemecahan masalah matematik, serta skala pendapat terhadap pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer. Beberapa temuan penelitian ini adalah: 1) Pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer berhasil meningkatkan kemampuan *spatial sense* dan pemecahan masalah matematik siswa lebih baik daripada pembelajaran konvensional. *Spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang mendapat pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer tergolong cukup, sedangkan *spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang mendapat pembelajaran konvensional tergolong sedang; 2) Terdapat asosiasi tinggi antara *spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa; 3) Siswa menunjukkan sikap positif dan bersemangat terhadap pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer.

Kata kunci: pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer, pemecahan masalah matematik, *spatial sense*, sikap terhadap pembelajaran

1. Latar Belakang

Kemampuan *spatial sense* dan pemecahan masalah dalam geometri merupakan kemampuan esensial untuk dikembangkan pada siswa sekolah menengah, karena sesuai dengan kecakapan atau kemahiran matematik yang tercantum dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP, 2006). Kecakapan atau kemahiran matematik tersebut meliputi: 1) pemahaman konsep, 2) penalaran; 3) komunikasi; 4) pemecahan masalah; 5) dan memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan (KTSP, 2006) dalam semua konten matematika termasuk geometri. Geometri merupakan bagian konten matematika yang penting dan memiliki porsi cukup besar di antara konten matematika lainnya (KTSP, 2006). Beberapa karakteristik geometri di antaranya adalah: 1) cabang matematika yang mempelajari pola-pola visual; 2) berhubungan dengan dunia nyata; 3) dapat menyajikan fenomena yang abstrak; 4) memiliki sistem matematis (Usiskin dalam Abdussakir, 2010). NCTM (2000) mengemukakan empat kemampuan geometri yang harus dimiliki siswa yaitu: 1) Menganalisis karakteristik bangun geometri dua dan tiga dimensi dan menyusun argumen hubungan geometri dengan konten matematika lainnya; 2) Menggambarkan hubungan spasial kedudukan suatu titik dalam koordinat ruang dan menghubungkannya dengan sistem yang lain; 3) Menerapkan transformasi untuk menganalisis situasi matematika; 4) Menggunakan visualisasi, penalaran spasial, dan model geometri untuk memecahkan masalah.

Memperhatikan karakteristik matematika dan tujuan pembelajaran geometri, selain pemecahan masalah geometri, kemampuan *spatial sense* dalam geometri juga merupakan komponen kemampuan geometri yang penting untuk dikembangkan. Dalam beberapa studi, dilaporkan bahwa

siswa masih mengalami kesulitan dalam geometri. Kariadinata (2010) melaporkan bahwa siswa MA memerlukan bantuan visualisasi dalam mengkonstruksi bangun ruang geometri dan dalam pemecahan masalah geometri. Demikian pula, studi TIMSS dan PISA melaporkan bahwa siswa-siswa Indonesia mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal geometri (Wardhani dan Rumiati, 2011).

Begle, Branca (Setiawan, 2008) menyatakan bahwa pemecahan masalah matematik memiliki tiga interpretasi yaitu sebagai: 1) tujuan utama pembelajaran matematika; 2) suatu proses, dan (3) keterampilan dasar. Ketiga interpretasi di atas memberikan implikasi dalam pengembangan pembelajaran matematika. Merujuk pemecahan masalah sebagai suatu proses, Polya (1985) mengemukakan langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut: 1) memahami masalah, 2) merencanakan strategi pemecahan, 3) melakukan perhitungan, 4) memeriksa kebenaran hasil. Merujuk geometri sebagai satu konten dari matematika, maka langkah pemecahan masalah di atas juga dapat diterapkan untuk masalah geometri.

Sehubungan dengan pentingnya pemilikan kemampuan *spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam geometri, maka perlu dicari pendekatan pembelajaran geometri yang memberi peluang berkembangnya kedua kemampuan tadi. Ditinjau dari karakteristiknya, pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer merupakan salah satu alternatif yang dapat dipilih. Duch (2001) mendefinisikan pembelajaran berbasis masalah sebagai pendekatan yang menggunakan masalah nyata sebagai konteks bagi siswa untuk belajar berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, dan memperoleh pengetahuan mengenai esensi materi pembelajaran. Komputer sebagai media pembelajaran memiliki beberapa keunggulan di antaranya: 1) Menumbuhkan inspirasi dan meningkatkan minat; 2) Pembelajaran dapat diulang sesuai dengan kebutuhan siswa dan memperbaiki ingatan; 3) Komputer membantu siswa memperoleh umpan balik dan memacu motivasi siswa. (Dubin dan Clement, dalam Munir, 2010).

Analisis terhadap uraian di atas, mendorong peneliti melakukan studi dengan menerapkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer untuk menganalisis pencapaian dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan *spatial sense* siswa SMA dalam geometri.

2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah: 1) Apakah pencapaian dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang memperoleh pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer lebih baik dari pencapaian dan peningkatan kemampuan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional? 2) Apakah pencapaian dan peningkatan kemampuan *spatial sense* siswa yang memperoleh pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer lebih baik dari pencapaian dan peningkatan kemampuan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional? 3) Adakah asosiasi antara kemampuan pemecahan masalah matematik dan kemampuan *spatial sense*? 4) Bagaimana pendapat siswa terhadap matematika dan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer?

3. Telaah Kepustakaan

3.1. Kemampuan *Spatial Sense* dan Pemecahan Masalah Matematik

Piaget & Inhelder (1971) mengemukakan bahwa kemampuan spasial adalah konsep abstrak yang meliputi kemampuan hubungan proyektif, hubungan visual, kerangka acuan, representasi visual, dan rotasi visual. Kemampuan hubungan proyektif adalah kemampuan untuk kemampuan mengamati hubungan posisi suatu objek dalam ruang; kemampuan hubungan visual adalah kemampuan menentukan posisi objek dalam ruang; kerangka acuan adalah kemampuan melihat objek dari berbagai sudut pandang; representasi visual adalah kemampuan untuk mempresentasikan hubungan visual dengan memanipulasi secara kognitif; dan rotasi mental adalah kemampuan membayangkan perputaran objek dalam ruang. Kemampuan spasial diperoleh anak secara bertahap, dimulai dari pengenalan objek melalui persepsi dan aktivitas anak di lingkungannya.

Beberapa pakar (Lin dan Petersen, 1985, Maccoby and Jacklyn, 1974, Maier 1996, Olkun 2003, Tarter, 1990, Thurstone, 1938) menelaah pengertian *spatial sense* secara hampir serupa. Thurstone (1938) mengidentifikasi *spatial sense* melalui: mengenali identitas suatu objek ketika objek ini dipandang dari sudut berbeda, membayangkan pergerakan dan pemindahan bagian dari konfigurasi, dan memikirkan hubungan spasial melalui orientasi. Maccoby dan Jacklin (1974) mengklasifikasi *spatial sense* dalam dua faktor yaitu analitik dan non analitik. Faktor analitik adalah menyusun proses yang kompleks sedangkan faktor non analitik adalah melakukan perputaran objek. Secara agak berbeda, Lin dan Petersen, (1985) mendefinisikan *spatial sense* sebagai proses mental yang digunakan untuk menerima, menceritakan, memanggil kembali, membuat, menyusun dan membuat hubungan obyek ruang. Kemudian Tartre (1990) mengidentifikasi *spatial sense* ke dalam beberapa faktor yaitu: memahami hubungan secara visual, merubah bentuk, menyusun dan menginterpretasikannya. Dengan pengertian serupa Maier (1996) mengklasifikasi *spatial sense* kedalam lima tahap yaitu: *Visualization* (membayangkan), *Spatial orientation* (orientasi spasial), *spatial relations* (hubungan spasial), *mental rotation* (perputaran mental), *spatial representation* (representasi spasial).

Begle, Branca dalam Krulik & Reys (dalam Setiawan, 2008) menyatakan bahwa pemecahan memiliki tiga interpretasi yaitu: (1) pemecahan masalah sebagai suatu tujuan utama (*goal*) (2) pemecahan masalah sebagai suatu proses, (3) pemecahan masalah sebagai keterampilan dasar. Ketiga hal itu mempunyai implikasi dalam pengembangan pembelajaran. Pemecahan masalah sebagai suatu tujuan, memuat arti bahwa pemecahan masalah terlepas dari masalah atau prosedur yang khusus dan juga terlepas dari materi matematikanya. Pengertian pemecahan masalah sebagai suatu proses adalah kegiatan yang menekankan bukan pada hasil, melainkan pada metode, prosedur, strategi dan langkah-langkah dalam memecahkan masalah. Pemecahan masalah sebagai keterampilan dasar merupakan kecakapan hidup (*life skill*) yang perlu dimiliki setiap individu. Oleh karena itulah kemampuan pemecahan masalah matematik merupakan kemampuan esensial yang perlu dikembangkan pada siswa sekolah menengah (KTSP, 2006)

Sejak lama, Polya (1985) mengemukakan empat langkah dalam pemecahan masalah: yaitu: (1) memahami masalah, (2) merencanakan pemecahan, (3) melakukan perhitungan, (4) memeriksa kebenaran hasil. Selanjutnya Polya (1985) secara lebih rinci mengidentifikasi proses tiap langkah pemecahan masalah dengan sejumlah pertanyaan yang mengarahkan siswa melaksanakan proses-proses dalam langkah yang bersangkutan. Kemampuan pemecahan masalah matematik merupakan kemampuan yang dapat diperoleh melalui pembiasaan siswa menyelesaikan persoalan yang tidak rutin, di mana siswa diajak berpikir dalam menentukan langkah-langkah penyelesaian masalah.

3.2. Pembelajaran Berbasis Masalah berbantuan Komputer

Dalam pengertian pemecahan masalah sebagai suatu pendekatan, Duch dkk (2001) mendefinisikan pembelajaran berbasis masalah sebagai pendekatan pembelajaran yang diawali dengan penyajian masalah kontekstual untuk memperoleh pemahaman konsep dan, prinsip, dapat belajar berpikir kritis dan terampil memecahkan masalah. Pembelajaran berbasis masalah memiliki sepuluh karakteristik utama yaitu: 1) Permasalahan menjadi titik awal dalam belajar; 2) Permasalahan diangkat adalah permasalahan yang ada di dunia nyata yang tidak terstruktur; 3) Permasalahan membutuhkan perspektif ganda (*multi perspective*); 4) Permasalahan menantang sikap dan kompetensi siswa; 5) Kemandirian belajar menjadi hal yang utama; 6) Pemanfaatan sumber yang beragam dan evaluasi merupakan proses yang esensial dalam PBM; 7) Belajar secara kolaboratif, komunikatif, dan kooperatif; (8) Pengembangan keterampilan inkuiri dan pemecahan masalah sama pentingnya dengan penguasaan konten pengetahuan; 9) Sintesis dan integrasi merupakan proses belajar; 10) PBM melibatkan evaluasi dan review pengalaman dan proses belajar (Amir, 2009).

Forgarty (Karlimah, 2010) mengemukakan tahap-tahap strategi belajar berbasis masalah sebagai berikut: 1) menemukan masalah; 2) mendefinisikan masalah; 3) mengumpulkan fakta; 4) menyusun hipotesis; 5) melakukan penyelidikan; 6) menyempurnakan masalah yang telah didefinisikan; 7) menyimpulkan alternatif pemecahan secara kolaboratif; dan 8) melakukan pengujian hasil solusi pemecahan masalah.

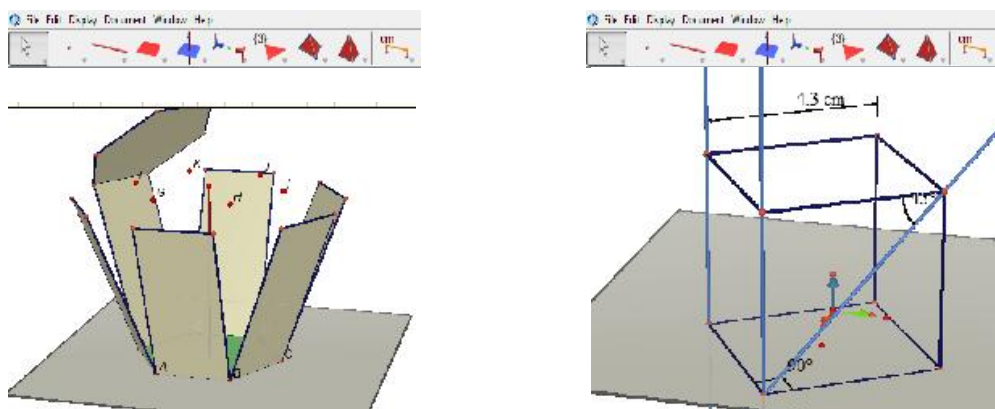
Pada hakekatnya pembelajaran berbasis komputer memiliki pengertian komputer sebagai alat bantu untuk mengajar. Secara garis besar, pembelajaran dapat dibedakan atas tiga kategori, yaitu : 1) Pembelajaran tanpa komputer, yaitu pengajar melaksanakan semua kegiatan pembelajaran di kelas; 2) Pembelajaran campuran, yaitu pengajar dan komputer berbagi pekerjaan mengajar, namun pengajar tetap merupakan penanggung jawab kegiatan di kelas; 3) Pembelajaran otomatis (*authomatic teaching*) yaitu pembelajaran yang peran pengajarnya digantikan oleh komputer secara total.

Komputer sebagai media pembelajaran memiliki beberapa keistimewaan, di antaranya: 1) Terjalin hubungan interaktif antara rangsangan dan jawaban, menumbuhkan inspirasi dan meningkatkan minat; 2) Komputer memberi fasilitas kepada siswa untuk mengulang progam belajarnya sesuai dengan kebutuhan, memperkuat proses belajar dan memperbaiki ingatan; 3) Komputer membantu siswa memperoleh umpan balik (*feed back*) terhadap kegiatan belajar siswa sehingga dapat memacu motivasi siswa. (Dubin dan Clement, dalam Munir, 2010). Selain keunggulan komputer dalam pembelajaran, komputer sebagai sarana atau media dalam pembelajaran juga memiliki kelemahan di antaranya: 1) Memerlukan biaya tinggi untuk pengadaan, pemeliharaan dan perawatan komponen komputer baik *hardware* maupun *software*. 2) Merancang dan memproduksi pembelajaran berbasis komputer merupakan pekerjaan yang tidak mudah dan kegiatan intensif yang memerlukan waktu banyak dan keahlian khusus. 3) Penggunaan sebuah program komputer memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi yang sesuai.

Fletcher dan Glass (Kusumah, 2004) mengemukakan bahwa potensi teknologi komputer sebagai media dalam pembelajaran matematika begitu besar, komputer dapat dimanfaatkan untuk mengatasi perbedaan individual siswa, mengajarkan konsep, melaksanakan perhitungan, dan menstimulasi belajar siswa. Sejalan dengan pendapat di atas, pembelajaran dengan komputer memungkinkan siswa untuk melatih kemampuan berpikir matematika tingkat tinggi (seperti *problem solving*, *spatial sense*, penalaran dan lainnya) serta secara tidak langsung telah meningkatkan keterampilan penggunaan TIK (Fryer, 2001).

Satu di antara *software* yang dapat digunakan dalam pembelajaran geometri di Program Cabri 3D V.2 untuk memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi obyek-obyek geometri (Sabandar, 2002). Program Cabri 3D V2 terdiri dari Menu, Toolbar, dan Drawing Area. Pada bagian menu ditampilkan File, Edit, Display, Document, Window, dan Help. Pada bagian Toolbar ditampilkan toolbox yang dapat digunakan untuk menciptakan dan memodifikasi satu figur. Toolbox terdiri dari Manipulation, Points, Curves, Surfaces, Relative Constructions, Regular Polygons, Polyhedra, Regular Polyhedra (Platonic Solids), Measurement and, Calculation Tools, dan Transformations.

Berikut ini salah satu tampilan dari Cabry 3D :



Melalui software ini siswa dapat bereksplorasi dengan bebas ketika memanipulasi sebuah objek geometri, mengubah bentuk, ukuran, jarak, menghubungkan beberapa objek, dan lain-lain. Siswa dapat berperan aktif untuk memahami sifat-sifat dari sebuah atau beberapa objek geometri. Selain itu, software ini dilengkapi lagi dengan tampilan yang menarik dan ikon-ikon operasional yang mudah dipahami, sehingga memberi motivasi bagi siswa ketika menggunakannya.

Memperhatikan keunggulan komputer sebagai media pembelajaran, secara teori dapat diperkirakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer akan memberikan banyak bantuan bagi siswa untuk mengembangkan berbagai keterampilan berpikir dan menyelesaikan masalah matematik.

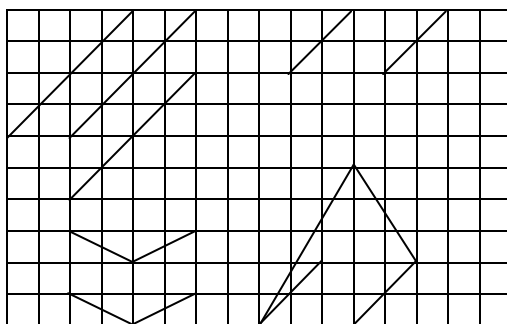
4. Disain dan Instrumen Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimen dengan *pretest-posttest control group design* dan menerapkan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer untuk menelaah kemampuan *spatial sense* dan pemecahan masalah geometri pada siswa SMA. Subyek penelitian adalah 72 siswa kelas-10 dari satu SMAN di Karangnunggal. Instrumen penelitian ini adalah tes kemampuan *spatial sense* yang terdiri dari 10 butir tes bentuk uraian dan kemampuan pemecahan masalah matematik yang terdiri dari 4 butir tes bentuk uraian, serta skala pendapat terhadap pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer.

Berikut ini disajikan beberapa contoh instrumen penelitian sebagai berikut.

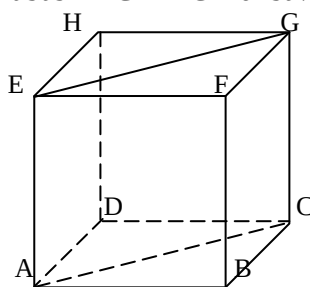
Contoh 1: Soal *spatial sense* geometri

Cermati gambar di bawah ini! Garis-garis yang tampak atau garis-garis yang ada pada kertas berpetak di bawah ini merupakan rusuk-rusuk yang vertikal dan horizontal dari bangun ruang. Konstruksi bangun beberapa bangun ruang dari gambar di bawah ini kemudian sebutkan nama bangun ruang tersebut!

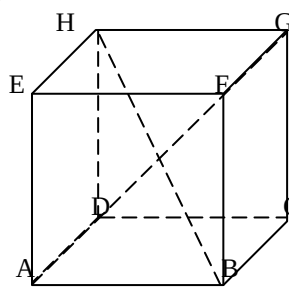


Contoh 2: Soal *spatial sense* geometri

Perhatikan kubus ABCDEFGH di bawah ini !



(i)



(ii)

- a. Bidang diagonal ACGE pada gambar (i) kelihatan berbentuk jajargenjang. Menurut pendapatmu berbentuk apakah bidang tersebut?

.....
Alasannya adalah

- b. Pada gambar (ii) AG dan HB adalah diagonal ruang. Bagaimana hubungan panjang ruas garis AG dengan ruas garis HB yang sebenarnya? (Apakah $AG > HB$, $AG = HB$ atau $AG < HB$)

.....
Alasannya adalah

Contoh 3: Soal Pemecahan Masalah Matematika

Diketahui bidang R dan S yang saling tegak lurus dan berpotongan sepanjang garis l . Garis k terletak pada bidang S dan sejajar garis l . Titik A dan B terletak pada l .

- Gambarlah jarak antara garis k dan garis AB !
- Misalkan ada suatu bidang V yang tegak lurus garis l . Tentukan bagaimana kedudukan antara bidang V dan R, antara bidang V dan S, serta kedudukan antara garis perpotongan bidang V dan S dengan garis k .

Contoh 4: Soal Pemecahan Masalah Matematika SMA

Diketahui kubus ABCD.EFGH, dengan panjang rusuk 6 cm. Titik P terletak pada pertengahan rusuk AE, titik Q pada pertengahan bidang EFGH, titik M pada pertengahan garis CG, dan titik N pada pertengahan bidang ABCD. Tentukan jarak antara garis MN dan bidang PFH !

5. Temuan dan Pembahasan**5.1. Kemampuan *Spatial Sense* dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika**

Data pretest dan posttest kemampuan spatian sense, kemampuan problem solving, dan pendapat siswa terhadap pembelajaran tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1
Kemampuan *Spatial Sense*, Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa
pada Kedua Pembelajaran

Kemampuan yang diukur	Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Komputer (n =36)				Pembelajaran konvensional (n = 36)			
		Pretest	Post test	Gain		Pretest	Post test	Gain
<i>Spatial sense</i>	$\bar{x}$	9.17	22.44	0.65	$\bar{x}$	9.75	19.97	0.59
	s	3.91	3.047	0.09	s	3.33	3.88	0.13
Pemecahan masalah matematik	$\bar{x}$	3.14	16.53	0.61	$\bar{x}$	3.28	14.78	0.53
	s	1.02	2.90	0.13	s	0.914	2.09	0.09

Catatan: Skor ideal Tes *Spatial sense*: 30

Skor ideal Tes Pemecahan masalah matematik: 25

Berdasarkan data pada Tabel 1 diperoleh dalam kemampuan *spatial sense* pada kedua kelas pembelajaran ditemukan tidak ada perbedaan rerata dan keduanya tergolong sangat rendah. Setelah pembelajaran, siswa yang memperoleh pembelajaran berbasis komputer berbantuan komputer mencapai kemampuan *spatial sense* yang tergolong cukup (22.44 dari 30) dan memperoleh gain (0.65) yang lebih baik daripada siswa pada kelas konvensional yang mencapai kemampuan *spatial sense* yang tergolong sedang (19,97 dari 30) dan memperoleh gain (0.59).

Temuan serupa juga diperoleh dalam kemampuan pemecahan masalah matematik. Pada kedua kelas pembelajaran ditemukan tidak ada perbedaan rerata kemampuan pemecahan masalah matematik dan keduanya tergolong sangat rendah. Setelah pembelajaran, siswa yang memperoleh pembelajaran berbasis komputer berbantuan komputer mencapai kemampuan pemecahan masalah matematik yang tergolong sedang (16.53 dari 25) dan memperoleh gain (0.61) yang lebih baik dari siswa pada kelas konvensional yang kemampuan pemecahan masalah matematik yang tergolong sedang (14,78 dari 25) dan memperoleh gain (0.53).

Berdasarkan analisis terhadap penyelesaian siswa dalam soal-soal pemecahan masalah matematik, konten proyeksi masih sulit bagi siswa pada kedua kelas. Kemampuan *spatial sense* dan pemecahan masalah matematik siswa kelas pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer daripada kemampuan siswa di kelas konvensional, dapat dipahami secara rasional. Hal ini karena

dalam pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer siswa terbantu dalam memvisualiasi bangun-bangun geometri dan siswa. Selain itu, dalam pembelajaran ini siswa langsung dihadapkan dengan soal non rutin yang berkaitan, siswa berlatih mencari dan menggunakan pendekatan dari berbagai sudut pandang untuk menyelesaikannya, mengeksplorasi berbagai strategi, mengkaji langkah-langkah yang dikerjakannya sehingga siswa memperoleh penguatan dalam memahami konsep dimensi tiga dan menyelesaikan masalah-masalah yang diberikan. Sementara pada kelas konvensional, siswa lebih banyak berlatih menghafal dan keterampilan prosedural atau algoritma tertentu sehingga siswa mengalami kesulitan ketika menghadapi permasalahan non rutin seperti soal pemecahan masalah.

5.2. Asosiasi antara Kemampuan *Spatial Sense* dan Pemecahan Masalah Matematik

Asosiasi antara Kemampuan *Spatial Sense* dan Pemecahan Masalah Matematik pada kelas pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer dianalisis menggunakan tabel kontigensi seperti tercantum pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2 diperoleh nilai nilai chi kuadrat adalah 126.093 dengan derajat asosiasi sebesar 0,88 yang menunjukkan terdapat asosiasi yang tinggi antara kemampuan *spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah matematik. Pada Tabel 2 juga terlihat bahwa sebagian besar kemampuan *spatial sense* dan kemampuan pemecahan masalah matematik berada pada katagori sedang.

Tabel 2
Asosiasi kemampuan *Spatial Sense* dan
Kemampuan Pemecahan Masalah matematik

<i>Spatial Sense</i> Pemecahan Masalah	Rendah	Sedang	Tinggi	Jumlah
Rendah	0	4	1	5
Sedang	0	16	4	20
Tinggi	0	7	4	11
Jumlah	0	27	9	36

5.3. Sikap Siswa

Sikap siswa terhadap pembelajaran matematika berbasis masalah berbantuan komputer menunjukkan kecenderungan yang positif (Sikap siswa terhadap pendekatan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer yang skor sikapnya 3,26, Minat siswa terhadap pendekatan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer dengan skor sikapnya 3,31, sikap siswa terhadap pelajaran matematika dengan skor 3,35, minat siswa terhadap pelajaran matematika dengan skor 3,56, dan Sikap siswa terhadap kemampuan pemecahan masalah matematik dan *spatial sense* dengan skor 3,72 dan minat siswa terhadap kemampuan pemecahan masalah matematik dan *spatial sense* dengan skor 3,72 diatas skor netralnya) antara lain ditunjukkan oleh semangat siswa mencoba mengkonstruksi bangun-bangun geometri sendiri, mengeksplorasi dan menganalisis hubungan yang terjadi dari berbagai sudut pandang serta menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah matematik.

6. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan temuan penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pencapaian dan peningkatan kemampuan *spatial sense* antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer lebih baik dari siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional. Pencapaian dan peningkatan kemampuan *spatial sense* antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer termasuk dalam kategori sedang.
2. Pencapaian dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematik antara siswa yang menggunakan pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer lebih baik dari siswa yang

- menggunakan pembelajaran konvensional. Pencapaian dan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematik termasuk dalam kategori sedang.
3. Terdapat asosiasi yang tinggi antara kemampuan pemecahan masalah matematika dengan kemampuan *spatial sense* siswa.
 4. Sikap siswa terhadap pembelajaran berbasis masalah berbantuan komputer sangat antusias dan bersikap positif terhadap matematika dan pembelajaran yang dilakukan. Hal ini ditunjukkan oleh semangat siswa mencoba mengkonstruksi bangun-bangun geometri sendiri, mengeksplorasi dan menganalisis hubungan yang terjadi dari berbagai sudut pandang serta menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah matematik

Berdasarkan temuan dan analisis dalam pembahasan, peneliti mengajukan diajukan saran sebagai berikut. Dalam pembelajaran geometri baik yang berbantuan komputer atau yang tanpa bantuan komputer, sebaiknya siswa dihadapkan pada latihan-latihan mengkonstruksi bangun-bangun geometri, kemudian berlatih mengamati dan menganalisis hubungan yang terjadi dari beragam sudut pandang dan kemudian berlatih menyelesaikan masalah geometri. Latihan mengkonstruksi bangun geometri, menganalisis hubungan konsep, serta mengeksplorasi beragam kemungkinan hubungan akan menjadi lebih mudah dengan memanfaatkan bantuan komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir. (2010). "Pembelajaran Geometri Sesuai Teori Van Hiele". *El-Hikmah: Jurnal Kependidikan dan Keagamaan*. Vol.8 No.2.
- Amir, M.T. (2009). *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Arikunto, S. (2007). *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek)*, Jakarta: Rineka Cipta
- Balitbang. (2011). *Survei Internasional PISA*. [Online]. Tersedia: <http://litbangkemdiknas.net>. [10 Januari 2012].
- Black, A. A. (2005). *Spatial Ability and Earth Science Conceptual Understanding*. Springfield: Missouri State University tersedia: aab208f@smsu.edu [10 Januari 2012].
- Branca, N.A. (1980). *Problem Solving as a goal, process and basic skills*. In.S.Krulik and R.E. Reys (Eds). *Problem solving in school mathematics*. Washinting DC:NCTM
- BSNP, (2006). *Panduan Penyusunan KTSP*. Jakarta: BSNP
- Duch, B.J., Groh, S.E., dan Allen, D.E. (2001). Why Problem-Based Learning: A Case Study of Institutional Change in Undergraduate Education. Dalam B.J. Duch, S.E. Groh, dan D.E. Allen (Eds): *The Power of Problem-Based Learning*. Virginia: Stylus Publishing.
- Fryer. (2001). *Strategy for effective Elementary Technology Integration*. [online]. Tersedia: <http://www.wtvi.com/teks/integrate/tcea2001/powerpointoutline.pdf>.
- Kariadinata, R. (2006). *Aplikasi Berbasis Komputer dalam Pembelajaran Matematika*. Disertasi PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan
- Kariadinata, R. (2010). "Kemampuan Visualisasi Geometri Spasial Siswa Madrasah Aliyah Negeri (Man) Kelas X Melalui Software Pembelajaran Mandiri". *Jurnal EDUMAT*. 1(2)
- Karlimah. (2010). Pengembangan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah serta Disposisi Matematis Mahasiswa PGSD melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. Disertasi PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan
- Krismiati, A. (2008). *Pembelajaran berbasis masalah berbantuan Cabry II dalam meningkatkan kemampuan pemecahan dan berpikir kritis siswa*. Tesis UPI Bandung: tidak diterbitkan.

- Kusumah, Y.S (2004). *Peran Algoritma dan computer dalam pembelajaran matematika di sekolah menengah*. Bandung: Makalah tidak dipublikasikan
- Kusumah, Y.S (2007). *Peningkatan kualitas pembelajaran dengan courseware interaktif*. Makalah pada seminar DUE-like, Semarang.
- Lin, M. and Petersen, A.L. (1985). *Emergence and Characterization of Sex Defferences in Spatial Ability*. A-metal Analysis, Child Development, V. 56.p. 1479-1498.
- Maccoby and Jacklin. (1974). Mathematically Gifted Student' Spatial Visualization Ability of Solid Figures. Gyongin National University of education
- Maier. (1996). Spatial Geometry and Spatial Ability-How to Make Solid Geometry Solid. *Praxis Schule* 5-10,22-27
- Mariotti, M.A. (2000). "Introduction to Proff: The Mediation of Dynamic Software Environment". *Educational Studies in Mathematics*. 44: 25-53
- Marliah, S M. (2006). *Hubungan Kemampuan Spatial Sense dengan Prestasi Belajar Matematika*. Makara, Sosial Humaniora, Vol. 10. No. 1 Juni 2006: 27-32 Fakultas Psikologi Universitas Indonesia.
- Meltzer, DE. (2002). *The relationship between mathematics preparation and conceptual leraning gains in physics: aposibble "hidden variable" in diagnostic pretest score*. [online] tersedia: <http://www.physics.iastate.edu/per/docs/AJP-Des-2002-Vol. 70 -1259-1268.pdf>.
- Mohler, J.L. (2008). "A Review of Spatial Ability Research". *Enginering Design Graphics Journal*. 72 (3), 19-30.
- Munir. (2010). *Kurikulum Berbasis teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- NCTM, (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Association drive. Reston. Virginia 22091
- NCTM, (2000). *Principle and Standards for School Mathematics*. Virginia: NCTM (VA 20191-9988).
- Nemeth, B. (2007). *Measurement of the Development of Spatial Ability by Mental Cutting Test*. *Annales Mathematicae et Informaticae* 34 pp. 123-128 tersedia: <http://www.ektf.hu/tanszek/matematika/ami>. [10 Januari 2012]
- Olkun, S. (2003). "Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities". *International Journal of Mathematicsn Teaching and Learning*.
- Paramata, Y. (1996). *Computer Aided Instruction (CAI) dalam Pembelajaran IPA Fisika (Studi Eksperimen pada Pokok bahasan Listrik Dinamik di SLTP Negeri 2 Gorontalo)*. Tesis PPS IKIP Bandung: tidak diterbitkan.
- Piaget, J. dan Inhelder, B. 1971. *Mental Imagery in Child*. New York: Basic Books. MAKARA, SOSIAL HUMANIORA, VOL. 10, NO. 1, JUNI 2006: 27-32
- Polya, G. (1985). *How to Solve It : A New Aspect of Mathematics method* (2nd ed.) Princenton, New Jersey: Princeton University Press.
- Purniati, T. (2004). *Pembelajaran Geometri Berdasarkan Tahap-tahap Awal Van Hiele dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama*. [online]. Tersedia: <http://www.ppsupi/abstrakmat2004.html>.
- Ruseffendi, E.T. (1991). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.

- Sabandar, J. (2002). *Pembelajaran geometry dengan menggunakan cabry geometry II. Kumpulan makalah, pelatihan*. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta
- Setiawan, A. (2008). *Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Komunikasi Dengan Pembelajaran Berbasis Masalah*. Tesis UPI Bandung: Tidak diterbitkan
- Tambunan, S.M. (2006). “Hubungan antara Kemampuan Spasial dengan Kecerdasan Prestasi Belajar Matematika”. *Makara, Sosial Humaniora*, Vol. 10, No. 1, 27-32
- Tan, Oon-Seng. (2003). *Problem Based Learning Innovation: using problem to power learning in 21 Century*, Thompson Learning
- Tartre, L.A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (3), 216-229
- Thurstone, L.L. (1950). Some primary abilities in visual thinking. *Psychometric Laboratory Research Report No. 59*, Universitas of Chicago Press, Chicago
- Van de Walle, John A. 1994. *Elementary School Mathematics* . New York: Longman.
(Cakrawala Pendidikan, Februari 2006, Th. XXV, No. 1)
- Wardhani, S. dan Rumiati. (2011). *Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP: Belajar dari PISA dan TIMSS*. Kemendiknas. PPPPTK.

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DAN SIKAP MAHASISWA PADA HASIL BELAJAR LOGIKA MATEMATIKA (Eksperimen Mahasiswa Teknik Informatika Semester II Tahun 2009/2010 Universitas Indraprasta PGRI)

Sudiyah Anawati

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Teknik, Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indraprasta PGRI (UNINDRA) Jakarta
sudiahannawati@yahoo.co.id

ABSTRAK

*Pendekatan pembelajaran dengan model yang konvensional atau konservatif seringkali dikritis menjadi model pembelajaran yang membosankan. Mahasiswa terkadang jenuh dengan model pembelajaran yang tak bervariasi. Dengan pembelajaran yang kurang menyenangkan menjadikan sikap terhadap mata pelajaran matematika menjadi kurang diminati. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan melalui teknik ANOVA dua arah faktorial 2×2 . Rata-rata skor hasil belajar logika matematika dengan model pembelajaran konstruktif $49,90 > 44,93$ dengan nilai uji-F = $5,066$ taraf signifikan $P\text{-value} = 0,028 > 0,05$. Rata-rata skor hasil belajar matematika dengan model pembelajaran konstruktif adalah $48,53$ sementara rata-rata skor hasil belajar logika matematika dengan model pembelajaran konvensional adalah $46,40$. Nilai uji-F = $0,002$ taraf signifikan $P\text{-value} = 0,964$, terlihat bahwa perbedaan hasil belajar logika matematika pada sikap positif untuk kedua model pembelajaran sebesar $0,964 > 0,05$. Karena $P\text{-value} 0,964$ lebih dari $\alpha = 0,05$. Untuk interaksi (Sikap * Mdl_Pmbl) nilai uji-F = $1,649$ taraf signifikan $P\text{-value} = 0,204$, terlihat bahwa sign. Interaksi sebesar $0,204 > 0,05$. Model pembelajaran konstruktif dapat digunakan pada siswa maupun mahasiswa yang memiliki sikap negatif, agar pembelajaran lebih variatif sehingga tidak menimbulkan kejenuhan dalam belajar. Model pembelajaran konvensional hanyalah salah satu dari sekian banyak model-model pembelajaran yang dapat dijadikan model pembelajaran alternatif.*

Kata Kunci : Model Pembelajaran, Sikap Mahasiswa dan Hasil belajar Logika Matematika

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendekatan pembelajaran konvensional atau konservatif saat ini adalah pendekatan pembelajaran yang paling banyak dikritik. Namun pendekatan pembelajaran ini pula yang paling disukai oleh para guru. Terbukti dari observasi yang saya lakukan di hampir 80% guru masih menggunakan pendekatan pembelajaran konvensional. Model ini sebenarnya sudah tidak layak lagi kita gunakan sepenuhnya dalam suatu proses pengajaran, dan perlu diubah. Tapi untuk mengubah model pembelajaran ini sangat susah bagi guru, karena guru harus memiliki kemampuan dan keterampilan menggunakan model pembelajaran lainnya.

Sikap belajar mahasiswa merupakan luapan emosi yang diungkapkan melalui tindakan dan juga dampak dari adanya model pembelajaran, suka atau tidak akan sesuatu hal seperti belajar matematika misalnya. Sikap positif dan sikap negatif akan timbul dikarenakan adanya hal yang tidak disukai karena sukar belajar matematika. Sikap belajar juga mempengaruhi hasil belajar dengan sikap negatif terhadap pembelajaran matematika di kelas akan berdampak negatif terhadap hasil belajar.

Oleh karena itu perlunya variasi dalam pembelajaran matematika agar dapat mengubah pandangan atau sikap terhadap belajar matematika di kelas, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar di kelas. Dengan hasil belajar yang maksimal, niscaya keberhasilan dunia pendidikan di Indonesia akan semakin baik, dan sejajar dengan negara-negara maju lainnya.

2. Kajian Teori

2.1. Hasil Belajar Matematika

Belajar adalah suatu proses yang unik, kompleks dan rumit. Menurut Thursan Hakim (2005:1), belajar adalah suatu proses perubahan di dalam kepribadian manusia, dan perubahan tersebut ditampakkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir, dan lain-lain kemampuan.

Menurut H. Amir Ahyar (1995:114), bahwa: “Hasil belajar seseorang dapat didefinisikan melalui penampilan (*behavioral performance*). Penampilan ini berupa kemampuan menyebutkan, mendemonstrasikan atau melakukan suatu perbuatan.”

Menurut Gagne, hasil belajar terdiri dari empat unsur yaitu: 1) Informasi verbal adalah kapabilitas untuk mengungkapkan pengetahuan dalam bentuk bahasa, baik lisan maupun tulisan. 2) Keterampilan intelektual adalah kecakapan yang berfungsi untuk berhubungan dengan lingkungan hidup serta mempersentasikan konsep dan lambang. 3) Strategi kognitif adalah kemampuan menyalurkan dan mengarahkan aktivitas kognitif sendiri. Kemampuan ini meliputi penggunaan konsep dalam memecahkan masalah. 4) Keterampilan motorik adalah kemampuan melakukan serangkaian gerak jasmani dalam urusan dan koordinasi sehingga terwujud otomatisme gerak jasmani. 5) Sikap adalah kemampuan menerima atau menolak objek berdasarkan penilaian terhadap objek tersebut.

Logika merupakan studi penalaran (*reasoning*). Dalam kamus besar bahasa Indonesia disebutkan definisi penalaran, yaitu cara berpikir dengan mengembangkan sesuatu berdasarkan akal budi bukan dengan perasaan atau pengalaman. Pelajaran logika difokuskan pada hubungan antara pernyataan-pernyataan (*statement*).

Menurut Rinaldi Munir dalam bukunya menjelaskan di dalam buku matematika, hukum-hukum logika menspesifikasikan makna dari pernyataan matematis. Hukum-hukum logika tersebut membantu kita untuk membedakan antara argumen valid dan tidak valid. Logika juga digunakan untuk membuktikan teorema-teorema di dalam matematika.

2.2. Model Pembelajaran Matematika

Teori Konstruktivisme didefinisikan sebagai pembelajaran yang bersifat generatif, yaitu tindakan mencipta sesuatu makna dari apa yang dipelajari. Konstruktivisme sebenarnya bukan merupakan gagasan yang baru, apa yang dilalui dalam kehidupan kita selama ini merupakan himpunan dan pembinaan pengalaman demi pengalaman. Ini menyebabkan seseorang mempunyai pengetahuan dan menjadi lebih dinamis. Pendekatan konstruktivisme mempunyai beberapa konsep umum seperti: 1) Pelajar aktif membina pengetahuan berdasarkan pengalaman yang sudah ada. 2) Dalam konteks pembelajaran, pelajar seharusnya membina sendiri pengetahuan mereka. 3) Pentingnya membina pengetahuan secara aktif oleh pelajar sendiri melalui proses saling mempengaruhi antara pembelajaran terdahulu dengan pembelajaran terbaru. 4) Unsur terpenting dalam teori ini ialah seseorang membina pengetahuan dirinya secara aktif dengan cara membandingkan informasi baru dengan pemahamannya yang sudah ada. 4) Ketidakseimbangan merupakan faktor motivasi pembelajaran yang utama. Faktor ini berlaku apabila seorang pelajar menyadari gagasan-gagasannya tidak konsisten atau sesuai dengan pengetahuan ilmiah. 5) Bahan pengajaran yang disediakan perlu mempunyai perkaitan dengan pengalaman pelajar untuk menarik minat pelajar.

Konstruktif diambil dari perkataan bahasa Inggris ‘**konstruktivisme**’ yang membawa maksud falsafah membina. Di bawah konteks pembelajaran teori konstruktif menganggap bahwa pengetahuan dibina melalui proses pengaruh di antara pembelajaran terdahulu dengan

pembelajaran terbaru yang berkaitan. Para pelajar membina ilmu pengetahuan dengan aktif dalam merialisasikan teori ini.

Djamarah (1996) metode pembelajaran konvensional adalah metode pembelajaran tradisional atau disebut juga dengan metode ceramah, karena sejak dulu metode ini telah dipergunakan sebagai alat komunikasi lisan antara guru dengan anak didik dalam proses belajar dan pembelajaran. Dalam pembelajaran sejarah metode konvensional ditandai dengan ceramah yang diiringi dengan penjelasan, serta pembagian tugas dan latihan.

Hal senada ditemukan oleh Marpaung (2001) bahwa dalam pembelajaran matematika selama ini siswa hampir tidak pernah dituntut untuk mencoba strategi dan cara (alternatif) sendiri dalam memecahkan masalah. Karakteristik model pembelajaran konvensional dalam penerapannya di kelas, antara lain :1) Siswa adalah penerima informasi 2)Siswa cenderung belajar secara individual, 3) Pembelajaran cenderung abstrak dan teoritis 4) Perilaku dibangun atas kebiasaan 5) Keterampilan dikembangkan atas dasar latihan , 6) Peserta didik tidak melakukan yang jelek karena dia takut hukuman, 7) Bahasa diajarkan dengan pendekatan structural. Pembelajaran konvensional lebih cenderung teacher centered (berpusat kepada pendidik), yang dalam proses pembelajarannya siswa lebih banyak menerima informasi bersifat abstrak dan teoritis.

2.3. Sikap Mahasiswa

Sikap adalah pernyataan-pernyataan evaluatif baik yang diinginkan atau yang tidak diinginkan mengenai obyek, orang atau peristiwa. Sikap mencerminkan bagaimana seseorang merasakan sesuatu (Robbins, 1997:45). Sikap mempunyai tiga komponen yaitu: kognisi, afeksi, dan konasi. Kognisi menentukan tahapan untuk bagian yang lebih kritis dari sikap. Afeksi adalah segmen emosional atau perasaan dari sikap dan dicerminkan dalam pernyataan “saya suka” atau “saya tidak suka”, sedangkan komponen konasi merujuk ke maksud untuk berperilaku dengan cara tertentu terhadap seseorang atau sesuatu. Setiap individu dalam melakukan aktivitas yang akan dilaksanakannya. Sikap umumnya akan mencerminkan bagaimana seorang mahasiswa mengatakan bahwa ”saya menyukai pelajaran matematika”, berarti dia sedang mengungkapkan sikapnya tentang mata kuliah matematika (stephen, 2006 :121).

Menurut Slameto (2003: 189-190), sikap terbentuk melalui bermacam-macam cara, antara lain:1) Melalui pengalaman yang berulang-ulang, atau dapat pula melalui suatu pengalaman yang disertai perasaan yang mendalam (pengalaman traumatik) 2) Melalui imitasi. Peniruan dapat terjadi tanpa disengaja, dapat pula dengan sengaja. Dalam hal ini individu harus mempunyai minat dan rasa kagum terhadap mode, disamping itu diperlukan pula pemahaman dan kemampuan untuk mengenal dan mengingat model yang hendak ditiru.3)Melalui sugesti, disini seseorang membentuk suatu sikap terhadap obyek tanpa suatu alasan dan pemikiran yang jelas, tapi semata-mata karena pengaruh yang datang dari seseorang atau sesuatu yang mempunyai wibawa dalam pandangannya.4) Melalui identifikasi. Disini seseorang meniru orang lain atau suatu organisasi/bahan tertentu didasari suatu keterikatan emosional sifatnya.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada mahasiswa Program studi Teknik Informatika semester II fakultas MIPA Universitas Indraprasta PGRI Jakarta. Sedangkan waktu pelaksanaannya akan dilaksanakan pada semester genap tahun Akademik 2009-2010.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen, yaitu dengan memberikan jenis perlakuan yang berbeda pada dua kelompok eksperimen, yaitu diberikan perlakuan (treatment) pembelajaran matematika dengan model pembelajaran konstruktif, sedangkan kelompok lainnya sebagai kelompok kontrol dengan perlakuan (treatment) pembelajaran matematika dengan model pembelajaran konvensional. Dari masing-masing kelompok tersebut, kemudian dibagi 2 (dua) kategori kelompok siswa yang didasarkan atas sikap mahasiswa, yaitu kelompok siswa dengan sikap positifnya dan kelompok siswa dengan sikap negatifnya.

Dalam penelitian ini menggunakan desain penelitian factorial 2x2 yang dinyatakan sebagai berikut:

Disain Penelitian

Sikap \ Model pembelajaran	Konstruktif (A₁)	Konvensional (A₂)	Σ
Positif (B₁)	N	Y ₁₂	Y ₁₁
Negatif (B₂)	Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₁₁
ΣK	Y ₀₁	Y ₀₂	Y ₀₀

Keterangan :

- Y₁₁ = Hasil belajar Matematika mahasiswa dengan model pembelajaran konstruktif dan sikap positif
 Y₁₂ = Hasil belajar Matematika mahasiswa dengan model pembelajaran konvensional dan sikap positif
 Y₂₁ = Hasil belajar Matematika mahasiswa dengan model pembelajaran konstruktif dan sikap negatif
 Y₂₂ = Hasil belajar Matematika mahasiswa dengan model pembelajaran konvensional dan sikap negatif

4. Uji Persyaratan Analisis

Uji persyaratan analisis menggunakan perhitungan SPSS 17.0, yang terdiri dari :

1. Uji validitas dan Reliabilitas
2. Uji Normalitas
3. Uji Homogen
4. Analisis Of Variance (ANOVA) dua arah

5. Hasil Temuan Penelitian

1. Berdasarkan hasil perhitungan uji coba validitas dari 40 butir instrumen 30 instrumen dinyatakan valid dengan tingkat reliabilitas 0,763 > 0,70 berarti instrumen tes tersebut mempunyai reliabilitas tinggi.
2. Data berdistribusi normal, dengan menggunakan uji kolmogorov-smirnov memperoleh angka sign. 0,403 > 0,05.
3. Karena P-value = 0,931 > 0,05 sehingga data diasumsikan homogen.
4. Deskripsi data untuk pengujian hipotesis pada tabel statistik deskriptif.

Tabel statistik deskriptif.

Sikap \ Model pembelajaran	Konstruktif (A₁)	Konvensional (A₂)	ΣB
Positif (B₁)	n _{A1B1} = 15 $\bar{x}_{A1B1}$ = 48,53 s _{A1B1} = 8,007	n _{A2B1} = 15 $\bar{x}_{A2B1}$ = 46,40 s _{A2B1} = 8,042	n _T = 30 $\bar{x}_T$ = 47,47 s _T = 7,96
Negatif (B₂)	n _{A1B2} = 15 $\bar{x}_{A1B2}$ = 51,27 s _{A1B2} = 8,267	n _{A2B2} = 15 $\bar{x}_{A2B2}$ = 43,47 s _{A2B2} = 9,789	n _T = 30 $\bar{x}_T$ = 47,37 s _T = 9,725
ΣA	n _T = 30 $\bar{x}_T$ = 49,90 s _T = 8,092	n _T = 30 $\bar{x}_T$ = 44,93 s _T = 8,928	n _T = 60 $\bar{x}_T$ = 47 s _T = 8,811

Rangkuman hasil ANOVA dua jalur

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Skor Hasil Belajar Matematika

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	490.583 ^a	3	163.528	2.239	.094
Intercept	134900.417	1	134900.417	1847.047	.000
Sikap	.150	1	.150	.002	.964
Mdl_Pmbl	370.017	1	370.017	5.066	.028
Sikap * Mdl_Pmbl	120.417	1	120.417	1.649	.204
Error	4090.000	56	73.036		
Total	139481.000	60			
Corrected Total	4580.583	59			

a. R Squared = ,107 (Adjusted R Squared = ,059)

Hipotesis pertama :

Rata-rata skor hasil belajar logika matematika dengan model pembelajaran konstruktif 49,90 > 44,93 untuk rata-rata skor dengan model pembelajaran konvensional. Diperoleh nilai uji-F = 5,066 taraf signifikan P-value = 0,028 > 0,05 Berdasarkan hasil tersebut, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Hipotesis kedua :

Rata-rata skor hasil belajar matematika dengan model pembelajaran konstruktif adalah 48,53 sementara rata-rata skor hasil belajar logika matematika dengan model pembelajaran konvensional adalah 46,40. Nilai uji-F = 0,002 taraf signifikan P-value = 0,964, terlihat bahwa perbedaan hasil belajar logika matematika pada sikap positif untuk kedua model pembelajaran sebesar 0,964 > 0,05. Karena P-value 0,964 lebih dari $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil tersebut, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Hipotesis ketiga :

Untuk interaksi (Sikap * Mdl_Pmbl) nilai uji-F = 1,649 taraf signifikan P-value = 0,204, terlihat bahwa sign. Interaksi sebesar 0,204 > 0,05. Hasil ini menunjukkan penerimaan H_0 dan penolakan H_1 . Rata-rata hasil belajar kelompok konstruktif-sikap positif sebesar 48,53; lebih rendah dari kelompok konstruktif-sikap negatif sebesar 51,27 sedangkan mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran konvensional-sikap positif sebesar 46,40; lebih tinggi dari kelompok konvensional-sikap negatif sebesar 43,47.

6. Pembahasan Hasil Temuan

- 6.1. Hasil belajar logika matematika pada mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran konstruktif akan meningkat bila mahasiswa diajar dengan model pembelajaran konstruktif. Artinya semakin baik penerapan model pembelajaran konstruktif, maka akan menghasilkan hasil belajar logika matematika yang semakin baik pula.
- 6.2. Hasil pengujian hipotesis ketiga, menunjukkan bahwa pada sikap mahasiswa tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar logika matematika pada mahasiswa yang memiliki sikap positif. artinya, untuk mereka yang memiliki sikap positif sama efektifnya dalam pembelajaran matematika antara mahasiswa yang diajar dengan model pembelajaran konstruktif maupun model pembelajaran konvensional.

6.3. Hasil pengujian hipotesis kedua (interaksi) menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara model pembelajaran logika matematika dengan sikap mahasiswa. Artinya pada mahasiswa yang memiliki sikap positif lebih efektif diajar dengan model pembelajaran konvensional, sedangkan pada mahasiswa yang memiliki sikap negatif lebih cenderung diajar dengan model pembelajaran konstruktif.

7. Kesimpulan

Model pembelajaran konstruktif dapat digunakan pada siswa maupun mahasiswa yang memiliki sikap negatif, agar pembelajaran lebih variatif sehingga tidak menimbulkan kejenuhan dalam belajar. Model pembelajaran konvensional hanyalah salah satu dari sekian banyak model-model pembelajaran yang dapat dijadikan model pembelajaran alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek**. Rineka Cipta: Jakarta.2001
- **Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan**. Jakarta: Bumi Aksara. 2009
- Aunurrahman. **Belajar dan pembelajaran**. Bandung: Alfabeta. 2009.
- Azizah, Noor. **Pengaplikasian Teori Konstruktivisme Dalam Proses Pembelajaran Mata Pelajaran**.Universiti Teknologi Malaysia.2006
- Dimiyati, Mudjiono. **Belajar dan Pembelajaran**. Jakarta: Rineka Cipta.2009
- Emzir. **Metodologi Penelitian Pendidikan Kualitatif dan Kuantitatif**. Jakarta: Rajawali Pers.2008
- Hamalik, Oemar. **Metode Belajar dan Kesulitan-Kesulitan Belajar**. Bandung: Tarsito.1983
- **Perencanaan Pengajaran Berdasarkan Pendekatan Sistem**. Bandung:Citra Aditya.1990
- Jujun Suria Sumantri. **Filsafat Ilmu**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.1998
- **Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.2003
- Mar'at. **Sikap Manusia: Perubahan Serta Pengukurannya**. Jakarta Ghalia Indonesia,1998
- Nair, Subadrah. **Penggunaan Model Konstruktivisme Lima Fasa Needham Dalam Pembelajaran Sejarah**. Jurnal Pendidik dan Pendidikan, Universiti Sains Malaysia, 2005
- Nana Sudjana, 1991. **Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar**. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Nurgiantoro, Burhan. **Penilaian Pembelajaran Bahasa Berbasis Kompetensi**.Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.2010
- Purwadarminta, W.J.S. **Kamus Bahasa Indonesia**. Jakarta: Balai Pustaka.1991
- Purwanto, Ngalm. **Psikologi Pendidikan**. Rosda Karya: Bandung. 2007
- Riduwan. **Dasar-Dasar Statistika**. Jakarta Alfabeta. 2008
- Russefendi, E.T. **Pengajaran Matematika Modern**. Bandung : Tarsito 1998
- Saifudin, Azwar. **Sikap Manusia Teori dan Pengukuran**. Pustaka Pelajar: Jakarta 2003

- Sudijono, Agus. **Pengantar Evaluasi Pendidikan**. Raja Grafindo Persada. Jakarta:1995
- Sudjono. **Metode Statistik**. Bandung: Tarsito.2005
- Singgih. **Mastering SPSS 18**. Jakarta: Elex Media Komputindo.2010
- Slameto. **Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya**. Jakarta: Rineka Cipta 2003
- Soemanto, Wasty. **Spikologi Pendidikan**. Jakarta: Rineka Cipta 1998
- Sugiono. **Statistik Untuk Penelitian**. Bandung: Alfabeta.2010
- Sukardi. **Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktek**. Jakarta: Bumi Aksara.2008
- Supardi. Diktat kuliah; **Evaluasi Pendidikan**, Jakarta : Program Pascasarjana UNINDRA 2009
- Surya, Moh. **Psikologi Pendidikan**. Bandung: Remaja Rosdakarya.1992

DESIGN RESEARCH: MENGUKUR KEPADATAN BILANGAN DESIMAL

Ekasatya Aldila Afriansyah

Jurusan Pendidikan Matematika, STKIP Garut
e_satya@yahoo.com

ABSTRAK

Beberapa penelitian terdahulu telah menemukan fakta di lapangan bahwa banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam mempelajari bilangan desimal. Salah satu kesulitannya ialah memahami kepadatan bilangan desimal, dalam hal ini memahami bilangan desimal satu angka di belakang koma ataupun dua angka di belakang koma dan menempatkannya pada garis bilangan. Studi ini memberikan kemungkinan kepada siswa untuk bekerja dengan situasi kontekstual dalam kegiatan pengukuran; gambar model yang akan dideskripsikan siswa digunakan sebagai *model of* mendukung pemahaman siswa dan penalaran terhadap permasalahan kontekstual pada bilangan desimal. Metode penelitian *design research* dipilih sebagai sarana yang tepat untuk mencapai tujuan dan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu: desain pendahuluan, percobaan mengajar (siklus pertama dan kedua), dan analisis retrospektif. Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) mendasari ide pemikiran dari seluruh konteks dan kegiatan pembelajaran yang diberikan. Dalam praktiknya, penelitian ini melibatkan 40 siswa, 6 siswa pada siklus pertama dan 34 siswa pada siklus kedua (empat orang siswa menjadi *focus group* dan diteliti secara mendalam) bertempat di MIN 1 Palembang. Hasil penelitian ini dapat menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran yang telah di desain dapat membantu siswa memahami kepadatan bilangan desimal dalam situasi kontekstual. Seiring dengan materi lebih lanjut, siswa mampu menuju situasi yang lebih formal, dengan penemuan mereka sendiri. Tidak lagi sulit dalam menentukan kepadatan bilangan desimal. Mereka dapat menghadapi berbagai persoalan kontekstual bilangan desimal dengan disertai alasan. Hal ini terjadi dikarenakan kegiatan pembelajaran yang telah diterapkan berjalan dengan baik. Dapat dilihat melalui pekerjaan siswa, keragaman jawaban siswa merupakan pengetahuan yang dapat didiskusikan bersama siswa untuk mendapatkan solusi yang terbaik. Dengan pembelajaran seperti ini, siswa akan sadar dengan sendirinya mana yang tepat dan mana yang kurang tepat. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran pada penelitian ini berjalan dengan baik sehingga pantas untuk digunakan pada pembelajaran di sekolah.

Kata kunci: kepadatan bilangan desimal, *design research*, Pendidikan Matematika Realistik Indonesia.

1. Pendahuluan

Berbagai penelitian bilangan desimal yang telah dilakukan sebelumnya menjadi acuan untuk penelitian ini. Munculnya kesulitan yang terjadi pada siswa dalam memahami bilangan desimal menjadi tolak ukur perlunya diadakan penelitian lebih lanjut. Ubuz dan Yayan (2010) memaparkan tentang konsep bilangan desimal dan menginvestigasi sikap siswa, serta mengobservasi kesulitan-kesulitan siswa dalam hal membaca skala, mengurutkan bilangan, dan mengoperasikan desimal. Oleh karena itu, proses pembelajaran bilangan desimal di sekolah perlu diperhatikan lebih mendalam.

Sarana lintasan belajar untuk membantu pemahaman siswa disediakan secara lengkap. Tetapi pada kesempatan kali ini, peneliti akan lebih memfokuskan pada proses pembelajaran siswa dalam hal mempelajari tentang kepadatan bilangan desimal, serta garis bilangan. Hal ini penting sebagai proses pemahaman siswa dalam mengkondisikan apa yang telah diketahui sebelumnya yaitu bilangan bulat dan pengetahuan baru yaitu bilangan desimal agar tidak campur aduk. Karena tidak jarang fakta di lapangan bahwa siswa mencampuradukkan pemahaman tersebut sehingga dengan

sendirinya membuat konsep yang kurang tepat. Sejalan dengan pendapat Desmet dkk (2010) yang mengatakan bahwa kebanyakan siswa selalu menggunakan aturan yang kurang tepat ataupun tidak jelas dalam menggambarkan suatu bilangan desimal.

Dilihat dari penulisan buku teks di Indonesia khusus mengenai materi bilangan desimal, pendekatan yang dilakukan tidak memberikan jembatan yang berarti di antara bilangan bulat dan bilangan desimal. Hal tersebut kurang baik karena menimbulkan suatu 'lubang' dalam proses berpikir siswa dalam memahami hubungan antara bilangan bulat dan desimal; tidak jarang hal tersebut menghasilkan pemahaman konsep yang tidak tepat. Widjaja (2008) pun mengatakan bahwa proses pembelajaran yang diberikan buku-buku teks di Indonesia terlalu simbolis dan kurangnya perhatian yang diberikan dalam menciptakan contoh yang berarti '*meaningful*' seperti halnya model yang nyata (*concrete*).

Oleh karena itu, penelitian ini memungkinkan siswa untuk bekerja dengan situasi kontekstual; aktivitas menimbang beras dan mengukur volum air digunakan sebagai *model of* untuk mendukung pemahaman dan penalaran siswa terhadap permasalahan bilangan desimal. Terdapat 2 rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu: (1) Bagaimana peran aktivitas 'menimbang beras' dalam lintasan pembelajaran dapat membantu siswa dalam menyadari kepadatan bilangan desimal satu angka di belakang koma? dan (2) Bagaimanakah peran aktivitas mengukur volum air dalam lintasan pembelajaran dapat membantu siswa dalam menyadari kepadatan bilangan desimal dua angka di belakang koma?

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Bilangan Desimal

Di negara Indonesia, penulisan bilangan desimal sedikit berbeda dengan negara lain. Perbedaannya sederhana, kita cenderung menggunakan koma (,) bukan titik (.). Tanda koma digunakan sebagai pembeda antara bilangan bulat dan desimal, seperti 0,5 dibaca nol koma lima; dalam bentuk pecahan dituliskan 5 persepuluh. Penggunaan bilangan desimal sudah umum dalam hidup bermasyarakat, dan digunakan setiap harinya di bidang-bidang tertentu seperti: di bidang keuangan dan statistik, ataupun dalam berbagai macam pengukuran. Oleh karena itu, pengetahuan tentang bilangan desimal bukanlah pilihan bagi orang-orang untuk mempelajarinya. Van Galen dkk (2008) menyatakan salah satu alasan mengapa setiap orang mempelajari bilangan desimal, yaitu karena bilangan desimal lebih mudah untuk dibandingkan daripada pecahan, misalnya 1,2 dan 1,5 lebih mudah untuk dibandingkan untuk mencari yang lebih besar daripada $\frac{12}{10}$ dan $\frac{3}{2}$. Hal ini tidak lepas dari keharusan orang tersebut dalam memahami kepadatan bilangan desimal.

Beberapa penelitian telah memaparkan tentang arti desimal dalam pemahaman mereka secara pribadi, sebagai berikut:

1. Steinle dkk (1999), desimal adalah suatu bilangan yang dituliskan dengan menggunakan titik (*point*)
2. Reys dkk (2006), desimal adalah bentuk lain dari pecahan.
3. Widjaja (2008), kata 'desimal' digunakan untuk menunjukkan *base ten system* yang dituliskan dengan menggunakan titik (*point*) desimal.

2.2. Garis Bilangan

Gravemeijer (1994) menyatakan bahwa garis bilangan digunakan sebagai alat untuk mengoperasikan suatu bilangan bulat maupun bilangan desimal. Walle dalam Pramudiani (2011) menyatakan bahwa menggunakan garis bilangan akan mempermudah siswa dalam mengurutkan bilangan desimal daripada mengubahnya ke dalam bentuk pecahan. Banyaknya fungsi yang diberikan garis bilangan ini membuat para peneliti sebelumnya yakin pentingnya siswa memahami penggunaan garis bilangan.

Steinle dkk (1999) mengatakan bahwa membaca skala merupakan kemampuan *numeracy* yang penting yang dapat membantu siswa menyadari ide tentang kepadatan bilangan desimal (*density of*

numbers) dalam garis bilangan. Garis bilangan dapat digambarkan dengan horisontal ataupun vertikal. Di Indonesia sudah terbiasa menggambarannya secara horisontal, dari kiri ke kanan.

2.3. SK, KD, dan Indikator

Berdasarkan kurikulum (*Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Sekolah Dasar*, Depdiknas (2006)), topik ini diajarkan di kelas 5 semester 2 (Tabel 1):

Tabel 1. SK, KD, dan Indikator Pembelajaran Matematika Siswa Kelas V SD

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator
Bilangan 5. Menggunakan pecahan dalam penyelesaian masalah	5.1 Mengubah pecahan ke dalam bentuk persen dan desimal atau kebalikannya	1. Mengidentifikasi kepadatan bilangan desimal satu angka di belakang koma 2. Mengidentifikasi kepadatan bilangan desimal dua angka di belakang koma 3. Menempatkan bilangan desimal dalam garis bilangan dengan membuat representasi gambar/model

(Sumber: Depdiknas, Dirjen Dikdasmen, & Dirdikmenum, 2006)

2.4. Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI)

PMRI merupakan adaptasi dari *Realistic Mathematics Education* (RME), berawal dari konteks atau situasi yang “real” bagi siswa, kemudian menekankan pada keterampilan proses, berdiskusi dan berargumentasi dengan teman lain secara berkelompok sehingga siswa dengan sendirinya dapat menemukan sendiri ide matematika dari aktivitas yang dilakukannya di kelas dan pada akhirnya dapat menyelesaikan permasalahan matematika baik secara individu ataupun kelompok. Hal ini tidak terlepas dari bimbingan guru, guru diperbolehkan membantu siswa dalam menyelesaikan permasalahan; bukan berarti memberikan jawaban dari permasalahan tersebut.

Di dalam Zulkardi (2002), filsafat PMRI merupakan berdasarkan gagasan-gagasan yang digali dan dikembangkan oleh Hans Freudenthal terdapat dua pandangan penting, yaitu (1) *mathematics must be connected to reality*; and (2) *mathematics as human activity*”. Menurut Freudenthal dalam Gravemeijer (1994) dalam pembelajaran RME terdapat tiga prinsip yang dapat dijadikan sebagai acuan penelitian untuk *instructional design* yaitu: (1) *Guided reinvention and progressive mathematizing*, (2) *Didactical Phenomenology*, dan (3) *Self-developed models*.

Mendesain serangkaian proses kegiatan pembelajaran mulai dari pengalaman berdasarkan kejadian nyata adalah diinspirasi dari lima karakteristik “*five tenets*” RME oleh Treffers dalam Bakker (2004): (1) *Phenomenological exploration*, (2) *Using models and symbols for progressive mathematization*, (3) *Using students’ own construction and productions*, (4) *Interactivity*, dan (5) *Intertwinement*.

2.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari suatu *design research*, bertujuan untuk mendesain suatu pembelajaran yang dapat memberikan pemahaman kepada siswa tentang bilangan desimal dan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2011/2012. Menurut Gravemeijer and Cobb (2006), *design research* dilakukan dalam tiga tahap yaitu: *preliminary design* (desain pendahuluan), *teaching experiment 1st and 2nd cycle* (percobaan mengajar siklus tahap 1 dan 2), dan *retrospective analysis* (analisis retrospektif). Sasarannya adalah siswa kelas V MIN 1 Palembang, Indonesia, penyesuaian dari materi operasi penjumlahan bilangan desimal pada kurikulum pembelajaran di Indonesia. Penelitian ini telah melibatkan 40 orang siswa yang terdiri dari 2 siklus, siklus 1 kelas kecil (6 orang) dan siklus 2 kelas besar (34 orang).

2.6. Pengumpulan Data

1. Desain Pendahuluan

Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi kelas, wawancara, dan tes awal sebelum mengajar (*pre-test*) untuk semua siswa. Informasi yang didapatkan disesuaikan dengan HLT awal (*Hypothetical Learning Trajectory*), dengan mempertimbangkan aspek dari langkah awal siswa. Selama proses pembelajaran data dikumpulkan melalui data audio atau data video rekam, foto, dan catatan pribadi peneliti.

2. Percobaan Mengajar (Siklus 1)

Pada percobaan mengajar siklus tahap 1, kegiatan pembelajaran diberikan hanya kepada enam siswa. Enam siswa yang telah terpilih bukan dari kelas observasi (kelas model), tetapi mereka berasal dari kelas yang berbeda. Proses pembelajaran dipimpin oleh peneliti sendiri. Data dikumpulkan melalui dua video rekam selama proses pembelajaran, satu video rekam yang difokuskan pada seluruh siswa, dan video rekam lainnya difokuskan pada siswa lain oleh seorang observer. Tujuan dari percobaan mengajar awal ini adalah untuk mendukung penyesuaian HLT awal.

3. Percobaan Mengajar (Siklus 2)

Pada tahap percobaan mengajar siklus tahap 2, HLT telah diperbaiki dan dicobakan. Peneliti melakukan fokus analisis lebih mendalam kepada empat siswa saja dalam satu kelompok, yang dinamakan *focus group*. Hal ini dikarenakan hasil diskusi antara peneliti dan *supervisor* bahwa menganalisis sebagian kecil siswa secara mendalam akan lebih baik daripada menganalisis seluruh siswa tetapi tidak detail. Data dikumpulkan melalui dua video rekam yang digunakan peneliti dan observer, serta catatan peneliti. Dalam praktiknya, proses pembelajaran dipimpin oleh seorang guru model. sementara peneliti berperan sebagai pengamat dan fokus pada *focus group*. Kelompok lain didokumentasikan oleh observer sehingga dapat peneliti pelajari di lain waktu.

4. Tes Akhir

Pada tahap tes akhir (*post-test*), tes ini digunakan untuk menilai pemahaman siswa setelah proses pembelajaran. *Post-test* diberikan di akhir kegiatan siklus pertama dan siklus kedua. Setelah itu, keempat siswa anggota *focus group* di wawancara, agar peneliti tidak hanya mengetahui jawaban mereka pada soal *post-test* tetapi juga dapat mengetahui alasannya. Data dikumpulkan melalui satu video (selama sesi wawancara).

5. Validitas dan Reliabilitas

Dalam penelitian ini, metode triangulasi data (*triangulation data*) dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis data. Berbagai jenis data dilibatkan, seperti data foto, data video rekam, lembar kerja siswa, lembar aktivitas siswa, catatan peneliti, dan data hasil wawancara. Kemudian, metode triangulasi data dan berbagai dugaan di HLT selama percobaan mengajar bersamaan memberikan kontribusi pada validitas internal data. Kumpulan data ini meyakinkan peneliti bahwa peneliti telah bekerja dengan cara yang dapat diandalkan.

2.7. Analisis Data

1. Tes Awal

Pada tahap tes awal (*pre-test*), hasil data *pre-test* yang berupa kumpulan jawaban dianalisis untuk mengetahui langkah awal siswa dalam mempelajari bilangan desimal. Hasil pengujian ini diharapkan dapat mengungkap pengetahuan awal siswa dan dapat mengarahkan HLT awal sedemikian rupa sehingga sesuai bagi siswa kelas V SD.

2. Percobaan Mengajar (Siklus 1)

Pada tahap percobaan mengajar siklus 1, video rekam dan lembar kerja siswa di analisis untuk mengetahui hasil dari proses pembelajaran. Dalam prakteknya, terdapat kemungkinan bahwa dugaan dari HLT tidak sesuai dengan situasi nyata. Di sini, HLT perlu ditingkatkan dan perlu ada perubahan ke arah yang lebih baik. Tidak jarang HLT telah sesuai dengan apa yang terjadi, ataupun sebaliknya.

3. Percobaan Mengajar (Siklus 2)

Pada tahap percobaan mengajar siklus 2, terdapat empat siswa yang lebih diutamakan, yaitu siswa pada *focus group*. Video rekam dan lembar kerja siswa dari kelompok tersebut di analisis secara mendalam. Daya pikir mereka dan perkembangan pemahaman mereka tentang bilangan desimal dianalisis. Namun, siswa lainnya pun dianalisis, jika terdapat situasi atau pernyataan yang mendukung proses pembelajaran ataupun sebaliknya sehingga dapat dibandingkan dengan *focus group*.

4. Tes Akhir

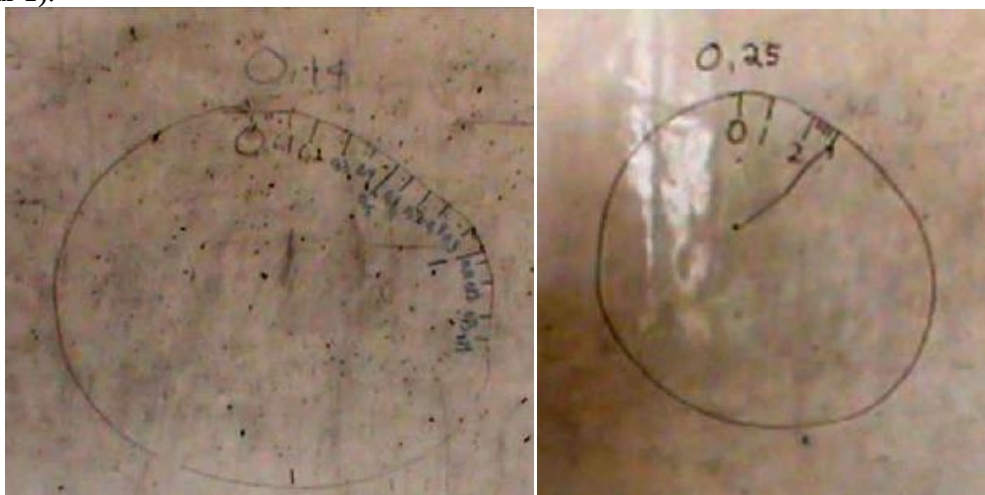
Pada tahap tes akhir (*post-test*), hasil tes di analisis untuk mengukur pemahaman siswa setelah proses pembelajaran; dianalisis dengan HLT. Hal ini juga dapat dibandingkan dengan hasil *pre-test*, untuk melihat proses pemahaman siswa tentang bilangan desimal. Kedua tes ini dibuat mirip, hanya saja pada *post-test* tingkat kesulitannya lebih tinggi.

5. Reliabilitas

Dalam penelitian ini, reliabilitas (*reliability*) dari analisis data melibatkan dua aspek, *trackability* dan *inter subjectivity*. Memberikan gambaran yang jelas tentang proses bagaimana kita bekerja sehingga pembaca dapat dengan mudah memahami penelitian ini dengan *trackability*. Selain itu, berdiskusi dengan rekan dapat menghindari sudut pandang peneliti terhadap analisis data, ini diperlukan agar tercapainya *inter subjectivity*.

3. Hasil

Pada awal proses pembelajaran, guru memberikan penjelasan tentang keberadaan bilangan desimal dengan menggunakan pendekatan penggaris yang siswa miliki. Guru menggambar representasi penggaris di papan tulis, lalu meminta satu per satu siswa untuk menaruh berbagai bilangan yang mereka pikirkan. Setelah itu, guru meminta beberapa anak untuk menyebutkan satu bilangan desimal yang ada dipikirkannya dan menggambarkan representasi gambar/model di depan kelas (Gambar 1).



Gambar 1. Contoh Representasi Gambar Siswa terhadap 0,14 dan 0,25

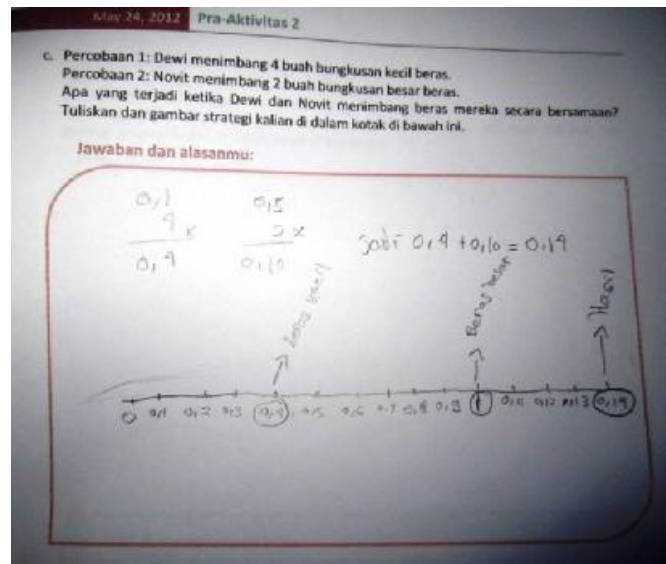
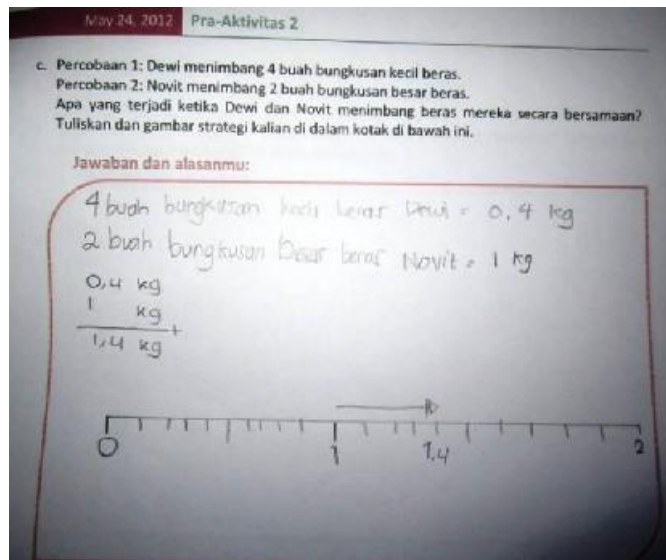
Pada kenyataannya, siswa hanya terpikir untuk menaruh berbagai bilangan bulat. Perlakuan tersebut merupakan pendekatan yang guru lakukan berdasar pada rencana pembelajaran awal. Disini guru melakukan pendekatan yang berbeda dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya dengan peneliti. Perlakuan seperti ini dapat dikatakan insting guru yang didasari oleh pengalaman mengajar, disini guru merasa siswa perlu diberikan pendekatan melalui penggaris terlebih dahulu jika dibandingkan dengan diberikan pendekatan melalui permainan di awal pembelajaran secara langsung. Meskipun adanya perbedaan ini, tujuan pembelajaran tetaplah sama, hanya saja kemungkinan adanya perbedaan hasil dari yang diharapkan semakin besar. Harapan awal perlakuan ini adalah timbulnya kesadaran siswa akan keberadaan bilangan desimal diantara bilangan bulat yang berurutan dan saling berimpit.

Tema pertemuan hari ini adalah pengukuran, mengukur berat dan volum. Untuk itu, telah disediakan dua aktivitas yang masing-masingnya memiliki perlakuan yang berbeda. Aktivitas yang pertama adalah menimbang beras. Setelah melakukan pembagian kelompok, guru memperkenalkan konteks yang akan digunakan pada aktivitas ini, yaitu: timbangan analog dan beras (Gambar 2). Pada aktivitas ini, konteks beras telah diatur sedemikian rupa sehingga terbagi menjadi dua ukuran yang berbeda, ukuran besar (0,5 kg) dan ukuran kecil (0,1 kg). Hanya saja pada pelaksanaannya, ketika guru memperkenalkan konteks beras ini, siswa tampak kurang memperhatikan apa yang guru jelaskan pada mereka. Hal ini menyebabkan pada prakteknya, siswa cenderung menimbang kembali kedua beras tersebut. Selain itu, peneliti merasa bahwa telah terjadi kesalahan fatal ketika guru melewatkan perlakuan *counting on* beras bungkus kecil dan beras bungkus besar sesuai dengan rencana pembelajaran di awal, seperti bersama-sama menghitung beras kecil 0,1 kg, 0,2 kg, 0,3 kg, ..., 0,9 kg, dan yang terakhir 1 kg sambil menaruh beras bungkus kecil satu per satu pada timbangan analog. Hal ini dirasakan perlakuan yang penting dalam menata proses pemikiran siswa terhadap kepadatan bilangan desimal. Dikarenakan ketiadaan perlakuan tersebut, kelompok pada *focus group* melakukan kekeliruan dalam pengerjaan lembar aktivitas. Perlu diketahui juga bahwa pada pelaksanaannya hanya ada satu timbangan analog di depan kelas sehingga tiap kelompok bergiliran untuk praktek menimbang beras. Proses pembelajaran pun diatur sedemikian rupa agar siswa tetap fokus pada lembar aktivitas mereka.



Gambar 2. Aktivitas Pengenalan Konteks Beras dan Timbangan Analog

Pada lembar aktivitasnya, peneliti menekankan pada nomor 1c tentang persoalan penjumlahan sesuai dengan konteks menimbang beras. Kelompok *focus group* melakukan kekeliruan ketika menentukan 2 bungkus beras besar menjadi $0,5 \times 2 = 0,10$. Mereka mencoba mengalikan bilangan dengan pemahaman mereka dalam mengalikan bilangan bulat. Kekeliruan ini berdampak pada alasan mereka ketika mereka menggunakan garis bilangan, penulisan skala bilangan desimal kurang tepat. Mereka membuat kesimpulan bahwa $0,4 + 0,10 = 0,14$ (Gambar 3). Hal ini tidak terjadi pada kelompok lain, hanya saja beberapa kelompok tidak memberikan jawaban pada nomor ini, kemungkinan dikarenakan mereka kurang mengerti maksud dari soal ini. Walaupun begitu, sebagian besar kelompok menjawab dengan benar, $0,4 + 1,0 = 1,4$ (Gambar 4).

Gambar 3. Contoh Pekerjaan Kelompok Siswa *Focus Group* pada Nomor 1c

Gambar 4. Contoh Pekerjaan Kelompok Siswa Secara Umum pada Nomor 1c

Berikut disajikan wawancara peneliti terhadap *focus group* tentang permasalahan 0,1 dan 1 pada gambar 3.

Peneliti : "Coba Dimas, **0,10=1 tidak?**"

Dimas : "0,10 dengan 1?.. **Sama Pak**"

:

Wawan : "Nol koma... 0,10 bisa..."

Wawan dan Karin : "Satu bisa..."

Peneliti : "Oohhh, sama jadi... **Sama aja...?**"

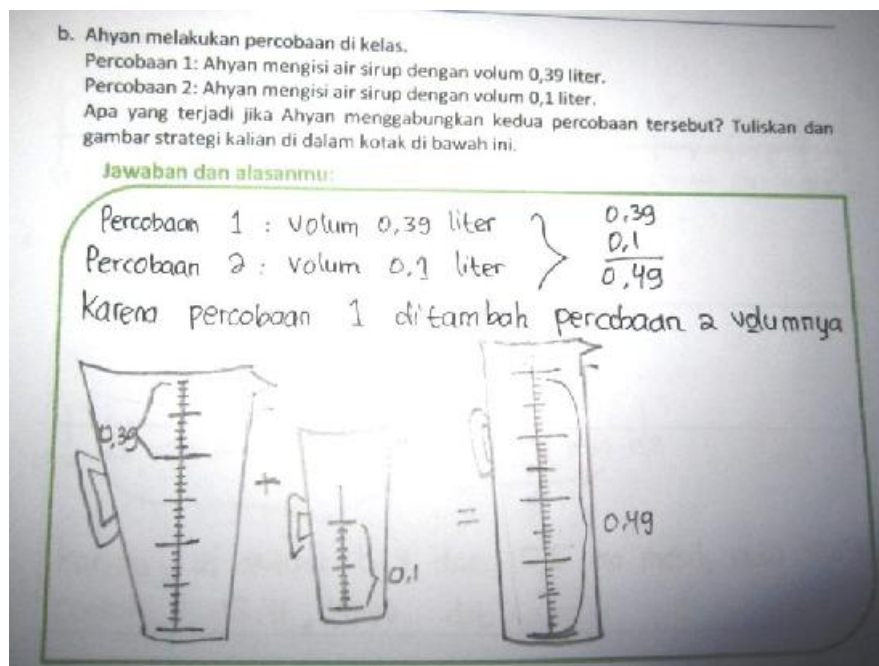
Karin : "Sama aja Pak..."

Untuk aktivitas berikutnya, yaitu mengukur volum air dengan menggunakan skala pada teko (Gambar 5). Tujuan dari pembelajaran ini lebih luas dari aktivitas sebelumnya, karena bermaksud untuk memperkenalkan bilangan desimal dengan dua angka di belakang koma. Situasi yang terjadi di kelas cukup menarik, pada aktivitas ini guru melakukan improvisasi dengan minuman yang dibawa oleh siswa. Padahal peneliti telah menyediakan air sirup untuk digunakan pada eksperimen di depan kelas. Terlepas dari semua itu, pembelajaran tampak menarik perhatian siswa sehingga siswa bergerombol maju ke depan kelas untuk melihat eksperimen yang guru lakukan dengan air minum siswa tersebut.



Gambar 5. Aktivitas 2 Mengukur Volume Air

Untuk soal yang bersesuaian pada aktivitas ini, peneliti fokuskan pada nomor 2b. Siswa pada *focus group* belum sempat mengerjakan sampai pada nomor ini, dikarenakan pada pembelajaran ini mereka kurang serius dan terlalu banyak bermain sehingga tertinggal dari teman-temannya. Kelompok lain rata-rata mengerjakan soal ini dengan benar, dan beberapa dari mereka tidak hanya memberikan jawaban yang tepat tetapi juga disertai alasan dengan menggunakan gambar representasi skala teko, seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Contoh Pekerjaan Siswa pada Nomor 2b

Dalam kaitannya dengan karakteristik PMRI, pada desain pembelajaran ini seluruh karakteristik dari PMRI muncul. Yang paling menonjol adalah karakteristik keempat yaitu *interactivity*. Disini diiringi dengan keaktifan siswa dalam berdiskusi antar siswa dan juga aktif dalam melakukan komunikasi dengan guru. Sedangkan untuk karakteristik kedua, yaitu penggunaan model (*using models and symbols for progressive mathematization*), hasilnya kurang memuaskan. Hal ini dikarenakan rancangan peneliti untuk memunculkan *model-of* sampai *model-for* pada pemikiran siswa tidak tercapai. Hanya sebagian kecil siswa yang menggunakan model/gambar yang disarankan peneliti, yaitu garis bilangan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, merujuk pada rumusan masalah penelitian, yaitu:

1. Pada pembelajaran bilangan desimal, aktivitas ‘menimbang beras’ berperan sebagai ‘jembatan’/penghubung antara bilangan bulat dan bilangan desimal. Kegiatan ini membantu siswa dalam memahami kepadatan bilangan desimal satu angka di belakang koma. Siswa tidak hanya mengetahui keberadaan bilangan desimal tetapi juga mengetahui bilangan desimal apa saja yang ada di antara dua bilangan bulat yang berimpit dan berurutan; juga memberikan motivasi kepada siswa selama proses pembelajaran.
2. Aktivitas ‘mengukur volume air’ berperan sebagai kegiatan lanjutan setelah siswa memahami kepadatan bilangan desimal satu angka di belakang koma. Kegiatan ini membantu siswa dalam memahami kepadatan bilangan desimal dua angka di belakang koma. Hal ini dapat menggiring siswa untuk dapat memahami kepadatan bilangan desimal dan memahami garis bilangan sekaligus kegunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakker, A. (2004). *Design Research in Statistics Education. On Symbolizing and Computer Tools*. Amersfoort: Wilco Press.
- Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Depdiknas. Jakarta.
- Desmet et al. (2010). Developmental Changes In The Comparison of Desimal Fractions, Centre for Research on The Teaching of Mathematics, Learning and Instruction, 521-532. Belgium: Centre for Research on The Teaching of Mathematics.
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K. and Cobb, P. (2006). Design research from the learning design perspective, *Educational design research*, 17-51, London: Routledge.
- Pramudiani, P. (2011). *Students' learning of comparing the magnitude of one-digit and two-digit desimals using number line. A Design Research on Desimals at Grade 5 in Indonesian Primary School*, Sriwijaya University-Utrecht University.
- Reys, R.E. et al. (2006). *Helping Students Learn Mathematics*. USA: Courier/Kendallville.
- Steinle, V., Stacey, K., and Chamber, D. (1999). *Teaching and Learning Desimals*. Australia: Department of Science and Mathematics Education University of Melbourne, University of Melbourne.
- Ubuz, B. (2010). and Yayan, B., Primary teachers' subject matter knowledge: Desimals. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **41(6)**, 787-804, 201.
- Van Galen, F. V., Figuerido, N., and Keijzer, R. (2008). *Fractions, Percentages, Desimals, and Proportions*, Freudenthal Institute: Sense Publishers.
- Widjaja, W. (2008). *Local Instruction Theory on Desimals: The Case of Indonesian Pre-Service Teachers*. Australia: university of Melbourne.
- Zulkardi, (2002). *Developing A Learning Environment on Realistic Mathematics Education For Indonesian Student Teachers*. Enschede: Twente University.

UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS MELALUI PEMBELAJARAN KOOPERATIF BERBANTUAN MAPLE

Undang Indrajaaya

Dosen Kopertis Wilayah IV Jawa Barat dan Banten dpk pada AMIK Garut
undangindrajaya@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian dengan desain kelompok pretes postes yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah menengah atas melalui pembelajaran kooperatif berbantuan Maple. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI Jurusan IPA di SMA Negeri 17 Garut dan yang menjadi sampel penelitian adalah sebanyak tiga kelas yang diambil secara random.

Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif, dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional dimana rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional pada siswa level tinggi dan level sedang, sedangkan pada level rendah tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang berarti.

Kata kunci: pembelajaran kooperatif, program Maple, komunikasi matematis.

1. Pendahuluan

Perlu diupayakan pembelajaran matematika yang dapat meningkatkan kemampuan matematis siswa serta dapat mengasah siswa agar mereka memiliki kemampuan dasar dalam matematika, siswa mampu menyelesaikan masalah, menemukan dan mengkomunikasikan ide-ide yang muncul dalam benak siswa. Sumarmo (2010) mengemukakan bahwa kemampuan dasar matematika yang diharapkan dimiliki siswa pada setiap jenjang sekolah, dapat diklasifikasikan dalam lima standar yaitu kemampuan: (1) mengenal, memahami dan menerapkan konsep, prosedur, prinsip dan idea matematika, (2) menyelesaikan masalah matematik (*mathematical problem solving*), (3) bernalar matematik (*mathematical reasoning*), (4) melakukan koneksi matematik (*mathematical connection*), dan (5) komunikasi matematik (*mathematical communication*). Untuk itu dalam pembelajaran matematika diharapkan siswa memiliki kemampuan komunikasi matematis yang baik.

Agar kemampuan komunikasi matematis siswa dapat berkembang dengan baik, maka dalam proses pembelajaran matematika, guru perlu memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam mengkomunikasikan ide-ide matematisnya. Pimm (1996), menyatakan bahwa anak-anak yang diberikan kesempatan untuk bekerja dalam kelompok dalam mengumpulkan dan menyajikan data, mereka menunjukkan kemajuan baik di saat mereka saling mendengarkan ide yang satu dan yang lain, mendiskusikannya bersama kemudian menyusun kesimpulan yang menjadi pendapat kelompoknya. Ternyata mereka belajar sebagian besar dari berkomunikasi dan mengkonstruksi sendiri pengetahuan mereka.

Kadang-kadang dalam proses pembelajaran terjadi kegagalan komunikasi, artinya materi pelajaran atau pesan yang disampaikan guru tidak dapat diterima oleh siswa dengan optimal (Sanjaya, 2010). Untuk menghindari semua itu, guru dapat menyusun strategi pembelajaran dengan memanfaatkan berbagai media dan sumber belajar. Disamping itu perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong terciptanya kemudahan-kemudahan dalam mengakses informasi dan memperkecil waktu yang diperlukan untuk memperoleh pengetahuan tersebut, sehingga proses yang dibutuhkan untuk mencapai pemahaman terhadap suatu pelajaran dapat lebih cepat. Selanjutnya Sanjaya (2010 : 162) mengatakan bahwa dengan kemajuan teknologi, guru dapat menggunakan berbagai media sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran. Dengan menggunakan media komunikasi bukan saja dapat mempermudah dan mengefektifkan proses pembelajaran, akan tetapi juga bisa membuat proses pembelajaran lebih menarik. Dalam kapasitas peningkatan kemampuan kognitif, teknologi menawarkan sesuatu yang unik untuk siswa yaitu memberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi terhadap konsep-konsep matematika. Hal ini memberikan cara baru merepresentasikan konsep secara kompleks, untuk siswa dan guru juga bisa memanipulasi objek-objek yang abstrak dengan tangannya sendiri.

Beberapa program komputer dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang interaktif dan dinamis. Media pembelajaran yang interaktif dan dinamis yaitu bahwa media tersebut dapat digunakan secara mandiri maupun kelompok serta media tersebut mampu memberikan pemahaman kepada penggunanya atas permasalahan matematika simbolik yang beraneka ragam (Marjuni, 2007). Dengan bantuan programnya, komputer dapat memberi akses pada siswa untuk menganalisis dan mengeksplorasi konsep matematika, sehingga siswa memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam konsep tersebut.

Secara lebih lengkap terdapat beberapa bentuk interaksi pembelajaran yang mendayagunakan program komputer termasuk penggunaan program Maple, yaitu: latihan dan praktek (*Drill and practice*), Tutorial, simulasi, penemuan interaktif, Permainan (*game*), presentasi atau demonstrasi, komunikasi, tes, dan sumber informasi (Dahlan, 2009). Dengan adanya kemampuan-kemampuan yang dimiliki Maple tersebut memungkinkan tumbuhnya minat, motivasi dan sikap positif khususnya terhadap matematika selain sesuai dengan karakteristik konsep matematika yang memerlukan penyajian secara tepat dan akurat, membutuhkan gambaran proses, menumbuhkan kegiatan eksplorasi dan menjadikan konsep matematika yang dapat disajikan sebagai materi pembelajaran yang menarik, sehingga diharapkan akan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut yakni, Apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple lebih baik daripada siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif dan siswa yang mendapatkan pembelajaran konvensional?

Adapun Manfaat dari penelitian ini antara lain: Bagi guru, pembelajaran dengan bantuan Maple dapat mempermudah dan mempercepat proses komputasi matematis, tampilan grafik dan penyajian materi yang interaktif dan menarik, Sedangkan bagi siswa, dapat dijadikan media eksplorasi untuk menumbuhkembangkan kemampuan komunikasi matematis.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang pembelajarannya menggunakan model kooperatif berbantuan Maple, model kooperatif dan pembelajaran konvensional. Karena adanya manipulasi perlakuan maka metode yang digunakan adalah metode eksperimen.

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah “*Pretest-Posttest Control Group Design*” (Desain Kelompok Pretes-Postes), dan pengambilan sampel dilakukan secara acak kelas. Tes matematika dilakukan dua kali yaitu sebelum proses pembelajaran, yang disebut pretes dan sesudah proses pembelajaran, yang disebut postes. Secara singkat, disain penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

A	O	X_1	O
A	O	X_2	O
A	O		O

Keterangan :

A : pengambilan sampel secara acak kelas

O : pretes dan postes

X_1 : perlakuan pembelajaran Kooperatif berbantuan Maple

X_2 : perlakuan pembelajaran Kooperatif tanpa bantuan Maple

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI Jurusan IPA SMA Negeri 17 Garut yang tersebar pada 4 kelas, dan yang menjadi sampel penelitian adalah sebanyak tiga kelas yang diambil secara random. Dari ketiga kelas tersebut diklasifikasikan menjadi tiga kelompok pembelajaran, yaitu kelompok pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, pembelajaran kooperatif dan pembelajaran konvensional. Kelas XI IPA 3 dijadikan sebagai kelompok eksperimen 1 dimana diterapkan model pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, sedangkan kelas XI IPA 1 dijadikan sebagai kelompok eksperimen 2 dimana diterapkan model pembelajaran kooperatif dan kelas XI IPA 4 dijadikan kelompok kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian adalah tes yang merupakan tes untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa, tes dilakukan sebanyak dua kali yaitu tes awal dan tes akhir. Guna mengevaluasi kemampuan komunikasi matematis siswa, digunakan sebuah panduan penskoran rubrik analitik, yaitu memberikan penilaian terhadap aspek-aspek kemampuan komunikasi matematika yang disebut *Holistic Scoring Rubrics* (Sofyan, 2008: 55). Sebelum soal ini digunakan terlebih dahulu diujicobakan dengan maksud untuk mengukur validitas, reliabilitas, indeks kesukaran dan daya pembedanya.

Bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lembar Kerja Siswa yang digunakan selama proses pembelajaran berlangsung. Lembar Kerja Siswa terdiri dari masalah-masalah yang harus dipecahkan oleh siswa yang dapat mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Lembar Kerja Siswa tersebut dirancang dalam model pembelajaran kooperatif berbantuan Maple. Bahan ajar dirancang sesuai dengan paham konstruktivisme, agar siswa memiliki peran yang sangat besar dalam upaya memahami, menemukan, mengembangkan, serta menerapkan konsep, prosedur, maupun prinsip dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Sedangkan peran guru lebih bersifat sebagai fasilitator.

Adapun uji statistik yang digunakan adalah untuk menguji kesamaan rata-rata dari ketiga kelompok sampel. Untuk menentukan uji statistik yang akan digunakan, terlebih dahulu diuji normalitas data dan homogenitas varians. Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan mengenai kemampuan komunikasi matematis dari ketiga kelompok sampel, digunakan uji statistik sebagai berikut:

- untuk data berasal dari populasi yang berdistribusi normal maka digunakan analisis variansi (ANOVA)
- untuk data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal digunakan uji statistik non parametrik dalam hal ini uji Kruskal-Wallis.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Hasil penelitian

Berdasarkan hasil skor pretes dan postes pada aspek yang akan diukur, yaitu aspek kemampuan komunikasi matematis, diperoleh skor minimum (x_{min}), skor maksimum (x_{maks}), skor rata-rata ($\bar{x}$), persentase (%) dan simpangan baku (S), disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Skor

Kelompok	Skor Ideal	Pretes					Postes				
		x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	%	S	x_{min}	x_{max}	$\bar{x}$	%	S
Eksperimen 1	24	1	7	3,72	15,50	1,83	11	22	16,28	67,83	2,51
Eksperimen 2	24	1	8	5,12	21,33	1,24	10	20	15,55	64,79	2,21
Kontrol	24	1	8	4,38	18,25	2,01	10	19	13,78	57,42	2,21

Tabel di atas menunjukkan bahwa rata-rata skor hasil pretes kelompok eksperimen 1 adalah 3,72 dengan simpangan baku 1,83. Rata-rata skor pretes ini 5,83% lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata skor kelompok eksperimen 2 dan 2,75% lebih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata skor kelompok kontrol. Sedangkan rata-rata skor hasil pretes kelompok eksperimen 2 adalah 5,12 dengan simpangan baku 1,24 atau 5,83% lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata skor kelompok eksperimen 1 dan 3,08% lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata skor kelompok kontrol. Rata-rata skor hasil pretes kelompok kontrol adalah 4,38 dengan simpangan baku 2,01. Persentase skor diperoleh dari hasil bagi skor rata-rata dengan skor ideal dikalikan dengan 100%.

Dari perhitungan hasil postes diperoleh rata-rata skor kemampuan komunikasi matematis pada kelompok eksperimen 1 adalah 16,28 atau 3,04% lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata skor kemampuan komunikasi matematis pada kelompok eksperimen 2 dan 10,41% lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata skor kemampuan komunikasi matematis pada kelompok kontrol. Sedangkan rata-rata skor kemampuan komunikasi matematis pada kelompok eksperimen 2 adalah 15,55 atau 3,04% lebih rendah dibandingkan dengan skor kemampuan komunikasi matematis pada kelompok eksperimen 1 dan 7,37% lebih tinggi jika dibandingkan dengan skor kemampuan komunikasi matematis kelompok kontrol. Rata-rata skor postes kemampuan komunikasi matematis kelompok kontrol adalah 13,78 dengan simpangan baku 2,21.

Selanjutnya untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang telah dicapai oleh siswa digunakan data gain ternormalisasi yang selanjutnya disebut gain.

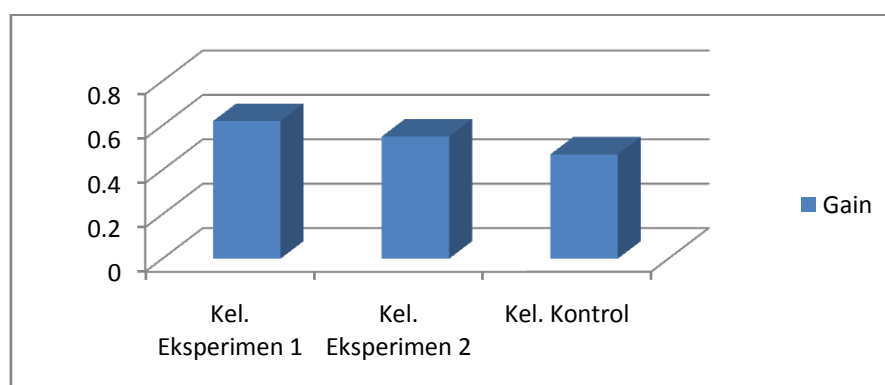
3.2. Uji Perbedaan Rata-rata Gain

Rata-rata gain untuk kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol secara ringkas di sajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Rata-rata Gain

Kelompok	n	$\bar{x}$	Kualifikasi
Eksperimen 1	40	0,616	Sedang
Eksperimen 2	40	0,551	Sedang
Kontrol	40	0,473	Sedang

Untuk memperjelas hasil perhitungan tersebut, data rata-rata gain kemampuan komunikasi matematis disajikan dalam diagram batang pada gambar berikut.

**Gambar 1. Rata-rata Gain Kemampuan Komunikasi Matematis**

Dari Tabel dan gambar terlihat bahwa siswa pada kelompok eksperimen 1, memiliki rata-rata gain yang lebih besar dari pada siswa pada kelompok eksperimen 2 dan siswa kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelompok eksperimen 1 lebih tinggi daripada kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Untuk mengetahui apakah rata-rata gain ketiga kelompok sampel berbeda secara signifikan perlu dilakukan pengujian perbedaan rata-rata. Sebelumnya terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap sebaran data gain. Hipotesis nol (H_0) yang diuji melawan hipotesis alternatif (H_A) adalah sebagai berikut:

H_0 : Data gain komunikasi berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_A : Data gain komunikasi berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Kriteria pengujian yaitu jika nilai probabilitas (sig) lebih besar dari α , maka H_0 diterima. Hasil uji normalitas gain kemampuan komunikasi matematis untuk kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3. Uji Normalitas Gain

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
eksperimen_1	.106	40	.200 [*]	.985	40	.856
eksperimen_2	.082	40	.200 [*]	.987	40	.928
kontrol	.059	40	.200 [*]	.984	40	.848

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai probabilitas (sig) gain untuk setiap kelompok sampel lebih besar dari 0,05. Ini berarti H_0 diterima. Dengan demikian ketiga kelompok data skor gain ini berasal dari populasi yang berdistribusi normal pada taraf signifikansi 0,05. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas data.

Untuk menguji homogenitas gain ketiga kelompok sampel digunakan uji *Homogeneity of Variances (Levene Statistic)*. Dengan kriteria Jika nilai probabilitas (sig) lebih besar dari α , maka H_0 diterima. Hasil perhitungan uji homogenitas varians populasi disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. Uji Homogenitas Gain

komunikasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.080	2	117	.923

Pada Tabel terlihat bahwa nilai probabilitas (sig) = 0,923 lebih besar dari α , maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol yang menyatakan tidak terdapat perbedaan variansi dari setiap kelompok data gain, diterima. Berarti ketiga kelompok data gain memiliki varians yang homogen pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Selanjutnya untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata gain pada kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol digunakan uji ANOVA satu jalur (*One-way ANOVA*).

Untuk itu dirumuskan hipotesis statistik sebagai berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif, dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.

H_A = Minimal ada dua kelompok peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang berbeda diantara siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif, dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.

Perhitungan uji perbedaan rata-rata gain ini dilakukan dengan bantuan program SPSS pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ secara singkat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Uji Perbedaan Rata-rata Gain

Komunikasi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.414	2	.207	13.351	.000
Within Groups	1.816	117	.016		
Total	2.230	119			

Dari Tabel diperoleh nilai nilai probabilitas (sig) $< \alpha$. Dengan demikian H_0 ditolak dan H_A diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada dua kelompok peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang berbeda secara signifikan diantara siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif, dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.

Selanjutnya untuk melihat kelompok mana saja yang berbeda dilakukan uji lanjutan *Post Hoc Tests*. Hasilnya seperti disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Uji Lanjutan Perbedaan Rata-rata Gain

Komunikasi
LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
eksperimen 1	eksperimen 2	.06550 [*]	.02785	.020	.0103	.1207
	kontrol	.14375 [*]	.02785	.000	.0886	.1989
eksperimen 2	eksperimen 1	-.06550 [*]	.02785	.020	-.1207	-.0103
	kontrol	.07825 [*]	.02785	.006	.0231	.1334
kontrol	eksperimen 1	-.14375 [*]	.02785	.000	-.1989	-.0886
	eksperimen 2	-.07825 [*]	.02785	.006	-.1334	-.0231

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Dari Tabel di atas, perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis antara kelompok eksperimen 1 dan eksperimen 2 sebesar 0,066 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,020. Adapun kriteria perbedaan tersebut signifikan jika nilai probabilitas (sig) lebih kecil dari α . Karena nilai probabilitas (sig) lebih kecil dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2.

Adapun perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol sebesar 0,144 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,000 juga lebih kecil dari 0,05 maka terdapat perbedaan nilai rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol. Demikian juga perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol sebesar 0,078 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,006 lebih kecil dari 0,05 maka terdapat perbedaan nilai rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Dari interpretasi hasil pengujian di atas, berdasarkan nilai rata-rata gain, maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelompok eksperimen 1 lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok eksperimen 2 dan lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok kontrol.

3.3. Uji perbedaan rata-rata gain pada siswa level tinggi

Pengujian perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 1, dan kelompok kontrol. sebelum dilakukan analisis uji ANOVA, maka dilakukan uji homogenitas varian sebagai berikut:

Tabel 7. Uji Homogenitas Gain pada Siswa Level Tinggi
Test of Homogeneity of Variances

komun_pandai

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,726	2	26	,493

Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai probabilitas (sig) = 0,493 lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol yang menyatakan tidak terdapat perbedaan variansi dari setiap kelompok data gain, diterima. Ini berarti ketiga kelompok siswa level tinggi memiliki varians yang homogen pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Selanjutnya untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata gain kemampuan komunikasi matematis pada siswa level tinggi antara eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol digunakan uji ANOVA satu jalur (*One-way ANOVA*). Hipotesis penelitian yang akan diuji adalah: “Kelompok eksperimen 1 lebih baik daripada kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level tinggi.”.

Untuk menguji hipotesis di atas, dirumuskan hipotesis statistik sebagai berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level tinggi antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

H_A = Minimal ada dua kelompok yang berbeda dalam hal kemampuan komunikasi matematis siswa pada level tinggi antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Setelah dilakukan pengujian, secara singkat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Uji Perbedaan Rata-rata Gain Siswa Level Tinggi

komun_pandai

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,245	2	,123	13,985	,000
Within Groups	,228	26	,009		
Total	,473	28			

Dari tabel tersebut diperoleh p-value (sig) perbedaan rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol adalah $0,000 < 0,05$ atau nilai $\text{sig} < \alpha$. Dengan demikian H_0 ditolak dan H_A diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara signifikan terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Selanjutnya untuk melihat kelompok mana saja yang berbeda dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis dilakukan uji lanjutan *Post Hoc Tests*. Hasilnya seperti disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 9. Uji Lanjutan Perbedaan Rata-rata Gain pada Level Tinggi
Multiple Comparisons

komun_pandai
LSD

(I) kel_pand	(J) kel_pand	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
eksperimen1	eksperimen2	,05636	,04209	,192	-,0302	,1429
	kontrol	,22333*	,04415	,000	,1326	,3141
eksperimen2	eksperimen1	-,05636	,04209	,192	-,1429	,0302
	kontrol	,16697*	,04209	,001	,0804	,2535
Control	eksperimen1	-,22333*	,04415	,000	-,3141	-,1326
	eksperimen2	-,16697*	,04209	,001	-,2535	-,0804

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Dari tabel tersebut, perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis antara kelompok eksperimen 1 dan eksperimen 2 sebesar 0,056 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,192. Adapun kriteria perbedaan tersebut signifikan jika nilai probabilitas (sig) lebih kecil dari α . Karena nilai probabilitas (sig) = 0,000 lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2. Adapun perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol sebesar 0,223 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,000 juga lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol. Demikian juga antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol, nilai perbedaan rata-rata kemampuan matematis siswa sebesar 0,167 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,001 juga lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level tinggi antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

3.4. Uji perbedaan rata-rata gain pada siswa level sedang

Pengujian perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 1, dan kelompok kontrol. sebelum dilakukan analisis uji ANOVA, maka dilakukan uji homogenitas varian sebagai berikut:

Tabel 10. Uji Homogenitas Gain pada Siswa Level Sedang

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
0,060	2	52	,941

Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai probabilitas (sig) = 0,941 lebih besar dari dari $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol yang menyatakan tidak terdapat perbedaan variansi dari setiap kelompok data gain, diterima. Ini berarti ketiga kelompok siswa level sedang memiliki varians yang homogen pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Selanjutnya untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata gain kemampuan komunikasi matematis pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol digunakan uji ANOVA satu jalur (*One-way ANOVA*). Hipotesis penelitian yang akan diuji adalah: “Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level sedang antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.”.

Untuk menguji hipotesis di atas, dirumuskan hipotesis statistik berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level sedang antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

H_A = Minimal ada dua kelompok yang berbeda dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level sedang antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Setelah dilakukan pengujian, secara singkat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 11. Uji Perbedaan Rata-rata Gain pada Siswa Level sedang
komun_se

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,123	2	,062	3,847	,028
Within Groups	,835	52	,016		
Total	,958	54			

Dari tabel tersebut diperoleh p-value (sig) perbedaan rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol adalah $0,028 < 0,05$ atau nilai $\text{sig} < \alpha$. Dengan demikian H_0 ditolak dan H_A diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada dua kelompok yang berbeda secara signifikan dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Selanjutnya untuk melihat kelompok mana saja yang berbeda dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis dilakukan uji lanjutan *Post Hoc Tests*. Hasilnya seperti disajikan pada Tabel 4.38 berikut.

Tabel 12. Uji Lanjutan Perbedaan Rata-rata Gain pada Level sedang

komun_se
LSD

(I) kel_seda	(J) kel_seda	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
eksperimen1	eksperimen2	.08488	.04295	.053	-.0013	.1711
	kontrol	.10297*	.03987	.013	.0230	.1830
eksperimen2	eksperimen1	-.08488	.04295	.053	-.1711	.0013
	kontrol	.01810	.04515	.690	-.0725	.1087
Control	eksperimen1	-.10297*	.03987	.013	-.1830	-.0230
	eksperimen2	-.01810	.04515	.690	-.1087	.0725

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Dari tabel tersebut, perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis antara kelompok eksperimen 1 dan eksperimen 2 sebesar 0,0849 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,053. Adapun kriteria perbedaan tersebut signifikan jika nilai probabilitas (sig) lebih kecil dari α . Karena nilai probabilitas (sig) = 0,053 lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2. Adapun perbedaan nilai rata-rata antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol sebesar 0,103 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,013 yang lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol. Demikian juga antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol, nilai perbedaan rata-rata kemampuan matematis siswa sebesar 0,018 dengan nilai probabilitas (sig) = 0,690 ternyata lebih besar dari $\alpha = 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level sedang antara kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

3.5. Uji perbedaan rata-rata gain pada siswa level rendah

Pengujian perbedaan nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis pada siswa level rendah antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2, dan kelompok kontrol. sebelum dilakukan analisis uji ANOVA, maka dilakukan uji homogenitas varian sebagai berikut:

Tabel 13. Uji Homogenitas Gain pada Siswa Level Rendah
Test of Homogeneity of Variances

komun_kurang			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.080	2	33	.923

Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai probabilitas (sig) = 0,923 lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol yang menyatakan tidak terdapat perbedaan variansi dari setiap kelompok data gain, diterima. Ini berarti ketiga kelompok siswa level rendah memiliki variansi yang homogen pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Selanjutnya untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata gain kemampuan komunikasi matematis pada siswa level rendah antara eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol digunakan uji ANOVA satu jalur (*One-way ANOVA*). Hipotesis penelitian yang akan diuji adalah: “Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level rendah antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.”.

Untuk menguji hipotesis di atas, dirumuskan hipotesis statistik sebagai berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level rendah antara kelompok eksperimen 1, eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

H_A = Minimal ada dua kelompok yang berbeda dalam hal peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa pada level rendah antara kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol.

Setelah dilakukan pengujian, secara singkat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 14
Uji Perbedaan Rata-rata Gain pada Siswa Level Rendah

komun_kurang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.093	2	.046	2.457	.101
Within Groups	.622	33	.019		
Total	.715	35			

Dari tabel tersebut diperoleh p-value (sig) adalah $0,101 > 0,05$ atau nilai $\text{sig} > \alpha$. Dengan demikian H_0 diterima dan H_A ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan pada siswa level rendah.

3.6. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan kelompok pendekatan pembelajaran, terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan komunikasi matematis siswa yang mengikuti pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, pembelajaran kooperatif dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Dimana dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif tanpa bantuan Maple dan juga lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran konvensional. Hal ini dapat terjadi karena dengan bantuan komputer, dalam hal ini program Maple, siswa lebih termotivasi. Sebagaimana yang dikemukakan Peresini dan knut (jiang, 2008) bahwa dengan komputer siswa tidak merasa malu untuk terus mengulang materi yang belum dipahami.

Dari hasil penelitian yang telah dikemukakan di atas, dibandingkan dengan pembelajaran kooperatif dan pembelajaran konvensional, pembelajaran kooperatif berbantuan Maple

menunjukkan peran yang berarti dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Hal ini dapat dilihat dari ketercapaian indikator aspek kemampuan komunikasi matematis.

Meskipun pada awalnya pembelajaran ini kurang berkembang karena siswa belum terbiasa belajar dalam kelompok. Interaksi antar siswa lebih banyak bertanya penggunaan Maple. Mereka masih terlihat kaku dan ragu dalam mengajukan pertanyaan tentang materi terutama kepada guru. Namun setelah diberi petunjuk, arahan dan motivasi dari guru, kegiatan pembelajaran berangsur menjadi aktifitas yang interaktif dan dinamis.

Lembar kegiatan siswa yang telah dirancang membantu siswa untuk bereksplorasi, memberi kesempatan mengkaji langkah-langkah yang telah, sedang, dan akan dilakukan, serta memberikan peluang untuk membangun pengetahuan mereka sendiri. Hal ini sesuai dengan karakteristik dari pembelajaran kooperatif yang bersifat konstruktif. Model ini menempatkan siswa sebagai pusat belajar, dimana guru sebagai fasilitator yang memimpin dan memandu siswa untuk menemukan serta memahami konsep baru, siswa juga memiliki kesempatan yang luas untuk bekerja sebagai sebuah tim.

Pada pembelajaran kooperatif, guru tidak cukup hanya dengan mengelompokkan siswa dan membiarkan mereka bekerjasama, namun guru harus mendorong terus agar setiap siswa berpartisipasi sepenuhnya dalam aktivitas kelompok dan bertanggung jawab terhadap keberhasilan kelompoknya. Siswa lebih termotivasi terutama setelah pelaksanaan kuis pertama, setiap siswa berusaha untuk meningkatkan prestasinya pada setiap kuis berikutnya sesuai dengan karakteristik pembelajaran kooperatif STAD (*Student Team Achivement Division*).

Selain aktif berdiskusi dalam kelompok, setiap siswa juga aktif menggunakan Maple untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada dalam lembar kegiatan siswa. Dengan adanya media Maple ini kemampuan komunikasi matematis siswa lebih baik terbukti dari peningkatan (*gain*) yang diperoleh siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran kooperatif dan juga siswa dengan pembelajaran konvensional.

Untuk memperoleh gambaran peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang lebih spesifik, maka dalam penelitian ini menganalisis peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level rendah, level sedang dan level tinggi.

Peningkatan kemampuan komunikasi matematis pada siswa level tinggi berbeda pada kelompok eksperimen 1 dan kelompok kontrol, demikian juga berbeda pada kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol sedangkan pada kelompok eksperimen 1 dan kelompok eksperimen 2 tidak ada perbedaan yang signifikan, dimana peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok eksperimen 1 lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok kontrol. Pada siswa level sedang, perbedaan hanya terjadi pada kelompok eksperimen 1 dengan kelompok kontrol dimana peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok eksperimen 1 lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis kelompok kontrol. Sedangkan pada level rendah baik pada kelompok eksperimen 1, kelompok eksperimen 2 dan kelompok kontrol tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang signifikan. Dengan demikian pembelajaran kooperatif berbantuan Maple hanya meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada level tinggi.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan komunikasi matematis antara siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple, siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif, dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional dimana rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif berbantuan Maple lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapat pembelajaran kooperatif dan lebih baik daripada peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti mengusulkan rekomendasi berikut.

- a. Pendekatan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple hendaknya terus dikembangkan dan dijadikan alternatif pilihan guru dalam pembelajaran matematika lebih khusus untuk siswa dengan level kemampuan tinggi dan sedang. Hal ini disebabkan pendekatan tersebut secara umum memberikan pengaruh yang positif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Guru sebagai fasilitator juga disarankan untuk selalu mendorong siswa untuk mencoba hal baru yang berkaitan dengan penggunaan program Maple pada saat pembelajaran.
- b. Bagi peneliti selanjutnya, perlu diteliti bagaimana pengaruh pendekatan pembelajaran kooperatif berbantuan Maple terhadap kemampuan daya matematis lainnya (koneksi, pemecahan masalah, dan representasi matematis), dengan waktu pelaksanaan penelitian yang lebih lama dan materi yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahlan, J. A. (2009). *Pengembangan Model Computer-Based E-Learning untuk Meningkatkan High-Order Mathematical Thinking Siswa SMA*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi TA. 2009/2010 UPI Bandung : Tidak Dipublikasikan.
- Jiang, Z. (2008), *Explorations and Reasoning in the Dynamic Geometry Environment*. [Online]. Tersedia: http://atcm.mathandtech.org/EP2008/papers_full/2412008_15336.pdf. (25 Januari 2010).
- Karim, N. (2003). *Use of IT and Maple in Teaching Precalculus*. [Online]. Tersedia: http://dipmat.math.unipa.it/~grim/21_project/21_brno03_Karim.pdf. (17 Oktober 2010).
- Karli, H. dan Yuliariatiningsih, MS. (2002). *Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi: Model-model Pembelajaran*. Bandung : Bina Media Informasi.
- Marjuni, A. (2007), *Media Pembelajaran Matematika dengan Maplet*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pimm, D. (1996). Meaningful Communication Among Children: Data Collection. *Communication in Mathematics K-12 and Beyond*. Virginia: NCTM
- Sadiman, Arief S. (2008). *Media Pendidikan ,Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Slavin, RE. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research, and Practice*. Boston : Allyn and Bacon.
- Sofyan, D. (2008). *Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematik Siswa Sekolah Menengah Pertama*. Tesis pada SPs UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U. (2010). *Berfikir dan Disposisi Matematika: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik*. [Online]. Tersedia: <http://math.sps.upi.edu/?p=58> (3 Januari 2011).
- Turmudi. (2009). *Taktik dan Strategi Pembelajaran Matematika, Referensi untuk Guru Matematika SMA/MA, Mahasiswa, dan Umum*. Jakarta : PT Leuser Cita Pustaka.
- Usdiyana, D., dkk. (2009). *Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis Siswa SMP Melalui Pembelajaran Matematika Realistik*. Jurnal Pengajaran MIPA Vol. 13 No. 1
- Waterloo Maple Inc. (2010). *Maple User Manual*. Canada : Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc. Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc.

PERBEDAAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA DENGAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL (*CTL*) DAN KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS (Studi Eksperimen di SMK Kota Tangerang)

Ishaq Nuriadin

FKIP UHAMKA
ishaq_nuriadin@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui hasil belajar matematika siswa SMK menggunakan pendekatan kontekstual (terstruktur dan tidak terstruktur) dan kemampuan matematis (kritis dan kreatif). Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa SMK di Kota Tangerang. Pengambilan sampel dengan teknik *Cluster Random Sampling* sebanyak 80 siswa, selanjutnya pada masing-masing kelompok diberikan perlakuan pembelajaran kontekstual terstruktur dan tidak terstruktur. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan desain faktorial 2×2 . Pengujian hipotesis statistik dilakukan dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) dua jalan yang dilanjutkan dengan *Uji Tukey*. Hasil dalam studi ini, yaitu: (1) hasil belajar matematika siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur berbeda dengan siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur; (2) Hasil belajar matematika siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur lebih tinggi dari pada menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur; (3) Hasil belajar matematika siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur lebih tinggi dari pada menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.;(4) Tidak ada interaksi antara pembelajaran kontekstual dengan kemampuan berpikir terhadap hasil belajar matematika siswa.

Kata Kunci: Pembelajaran Kontekstual, Kemampuan Berpikir.

1. Pendahuluan

1.1. Latar belakang penelitian

Pendidikan dapat dimaknai sebagai proses mengubah tingkah laku anak didik agar menjadi manusia dewasa yang mampu hidup mandiri dan berpikir untuk mengembangkan kemampuan diri. Proses belajar mengajar, kemampuan berpikir dapat dikembangkan dengan memperkaya pengalaman-pengalaman yang bermakna. Pengalaman belajar matematika akan memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperoleh keterampilan-keterampilan yang akan mewujudkan pengembangan kemampuan berpikir.

Suriasumantri (2006) mengemukakan bahwa “matematika berfungsi sebagai alat berpikir. Ini mengindikasikan bahwa matematika merupakan wahana untuk menumbuhkan sikap berpikir, mengandung konsep-konsep dasar yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia dan sebagai syarat untuk mempelajari ilmu pengetahuan lainnya. Dalam proses belajar mengajar kemampuan berpikir dapat dikembangkan dengan pengalaman bermakna melalui persoalan pemecahan masalah dari situasi dihadapi oleh siswa.

Pada umumnya persoalan yang diberikan, mula-mula melibatkan proses pemahaman tulisan dan gambar, kemudian melibatkan proses persepsi yaitu membaca dan memahami apa yang diminta dalam persoalan tersebut. Pada saat itu, sebenarnya orang tersebut mengingat kembali untuk

memahami istilah-istilah yang ada dalam persoalan dan kemungkinan soal yang sama pada masa yang lampau. Kemampuan berpikir dalam studi ini meliputi kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Kemampuan berpikir kritis dan kreatif merupakan bagian penting dalam pembelajaran matematika, sehingga perlu dilatih kepada siswa mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga ke perguruan tinggi. Siswa perlu dibekali kemampuan berpikir kritis dan kreatif agar siswa mampu memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Ditegaskan dalam kurikulum 2004 dan kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) serta Badan Standar Nasional Pendidikan bahwa peserta didik dari mulai sekolah dasar perlu dikenali dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan kemampuan berkerja sama. Pembelajaran matematika menekankan pada penguasaan konsep, selain itu juga matematika menekankan pada: (1) Melatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, misalnya melalui kegiatan penyelidikan, eksplorasi, eksperimen, menunjukkan kesamaan, perbedaan dan konsistensi; (2) Mengembangkan aktivitas kreatif yang melibatkan imajinasi, intuisi, dan penemuan dengan mengembangkan pemikiran divergen, orisinal, rasa ingin tahu, membuat prediksi dan dugaan, serta mencoba-coba; (3) Mengembangkan kemampuan pemecahan masalah; (4) Mengembangkan kemampuan menyampaikan informasi atau mengkomunikasikan gagasan antara lain, melalui pembicaraan lisan, grafik, peta, diagram dalam menjelaskan gagasan.

Setiap siswa memiliki potensi kritis dan kreatif, tetapi masalahnya bagaimana cara mengembangkan potensi tersebut melalui proses pembelajaran di kelas. Kreativitas siswa akan tumbuh apabila dilatih melakukan eksplorasi, inkuiri, penemuan dan memecahkan masalah. Perkembangan optimal dari kemampuan berpikir kreatif berhubungan erat dengan cara mengajar guru. Dalam suasana non-otoriter, ketika siswa belajar atas inisiatif sendiri, diberikan kepercayaan untuk berpikir dan berani mengemukakan gagasan baru, maka kemampuan kreatif dapat berkembang.

Kondisi saat ini di lapangan berdasarkan pengamatan terbatas, pembelajaran matematika di sekolah kurang melibatkan aktivitas siswa secara optimal. Siswa tampak mengikuti dengan baik setiap penjelasan atau informasi dari guru, siswa sangat jarang mengajukan pertanyaan pada guru, sehingga guru asyik sendiri menjelaskan apa yang telah disiapkannya, dan siswa hanya menerima saja apa yang disampaikan oleh guru. Selain itu, guru mengajar dengan metode ceramah dan ekspositori. Pada kondisi seperti ini, kesempatan siswa untuk menemukan dan membangun pengetahuannya sendiri hampir tidak ada, mengakibatkan siswa kurang memiliki kemampuan menganalisis dan memecahkan masalah dengan berbagai cara.

Siswa cenderung hanya menerima transfer pengetahuan dari guru, demikian pula guru pada saat kegiatan pembelajaran hanya sekedar menyampaikan informasi pengetahuan tanpa melibatkan siswa dalam proses yang aktif, padahal siswa diharapkan menjadi siswa yang mandiri, mereka perlu aktif pada kesempatan-kesempatan yang memungkinkan mereka berpikir, mengamati dan mengikuti pikiran orang lain. Gambaran tersebut menunjukkan pembelajaran saat ini kurang melatih siswa untuk berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran. Sehingga, diindikasikan sebagai faktor yang menyebabkan rendahnya hasil belajar matematika siswa. Kurangnya perhatian terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kreatif belajar siswa, maka dipandang perlu untuk memberikan perhatian lebih pada kemampuan-kemampuan tersebut dalam pembelajaran matematika.

Pada pembelajaran di kelas, kurang menyajikan permasalahan real yang berhubungan dengan pelajaran matematika dan lingkungan sekitar. Padahal mengkaitkan pengalaman kehidupan sebenarnya siswa dengan ide-ide matematika dalam pembelajaran di kelas penting dilakukan agar pembelajaran lebih bermakna.

Dengan demikian, untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta mengadakan inovasi dalam pembelajaran matematika dari guru sebagai sumber pengetahuan dan penyampai bahan pelajaran (*teacher-centered*) ke guru sebagai fasilitator yang lebih menekankan pada aktivitas belajar siswa (*student-centered*). Siswa sebagai penerima langsung pengetahuan dari guru, ke siswa mengkonstruksi sendiri pengetahuannya dan menemukan kembali (*guided-reinvention*), masalah yang disajikan dari masalah rutin (biasa diberikan) ke non-rutin (tidak biasa diberikan), dari

pembelajaran untuk pemecahan masalah dan pembelajaran tentang pemecahan masalah ke pembelajaran melalui pemecahan masalah.

Pembelajaran yang mempunyai karakteristik seperti itu, diantaranya pembelajaran berbasis masalah open-ended, inkuiri, realistik, kontekstual, dan lain sebagainya. Dari sekian banyak model pembelajaran, dalam penelitian ini dipilih model pembelajaran kontekstual. Pertimbangan mengapa memilih pembelajaran kontekstual diantaranya pembelajaran kontekstual pada awal pembelajaran merupakan salah satu stimulus dan pemicu siswa untuk untuk memunculkan konflik kognitif yang tidak menutup kemungkinan memaksa siswa untuk berpikir kritis dan kreatif.

Dalam penerapan pembelajaran kontekstual, hal lain yang perlu diperhatikan adalah masalah yang dihadapkan pada siswa. Sebagai tantangan, siswa dihadapkan pada tipe masalah yang strukturnya tidak lengkap (tidak terstruktur) dan masalah yang strukturnya lengkap (terstruktur). Masalah yang tidak terstruktur berarti kurangnya informasi yang diperlukan, informasi akan lengkap setelah siswa melakukan eksplorasi melalui pertanyaan terbuka. Kedua tipe masalah tersebut memungkinkan siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis dan kreatif.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, yang menjadi perhatian utama penulis untuk dikaji dan dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini adalah untuk mencari jawaban atas pertanyaan sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan hasil belajar matematika siswa antara siswa yang diajarkan dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur dan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur?
2. Apakah terdapat perbedaan hasil belajar matematika untuk siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis antara menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur dan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur?
3. Apakah terdapat perbedaan hasil belajar matematika untuk siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif antara menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur dan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur?
4. Apakah terdapat pengaruh interaksi antara pembelajaran kontekstual dan kemampuan berpikir terhadap hasil belajar matematika siswa ?

2. Kajian Teori

2.1. Kemampuan Berpikir

a. Definisi Berpikir

Manusia berpikir untuk tahu. Belajar mengetahui kemampuan berpikir merupakan salah satu aktivitas kehidupan yang paling penting. Bila mengetahui kekuatan dan kelemahan cara berpikir, dapat memahami dengan baik setiap tindakan yang ambil, berkomunikasi dan bekerja dengan lebih baik dan mudah dalam kehidupan.

Menurut Richard I. Arends (2008:43) menyatakan bahwa, berpikir adalah sebuah proses representasi secara simbolis (melalui bahasa) berbagai objek dan kejadian riil dan menggunakan representasi simbolis itu untuk menemukan prinsip-prinsip esensial objek dan kejadian tersebut. Dalam proses representasi tersebut berpikir memiliki beberapa tingkatan-tingkatan. Tingkat berpikir yang paling rendah adalah mengingat, misalnya mengingat fakta-fakta dasar ataupun rumus-rumus matematika. Kemampuan berpikir pada tingkat berikutnya adalah kemampuan memahami konsep-konsep matematika, demikian pula kemampuan untuk mengenal atau menerapkan konsep-konsep tersebut dalam mencari penyelesaian terhadap masalah yang dihadapi.

Bentuk pemikiran yang abstrak mampu memberikan kemampuan kepada manusia untuk menguasai dunia fisik, dan memberikan pengaruh dalam hampir tiap segi dari kebudayaan manusia (Suriasumantri, 2006:172). Sehingga, bagi siswa yang senang dan menyadari pentingnya menggunakan kemampuan berpikir akan bermanfaat bagi kehidupan mereka, tentu perlu dibina

agar memiliki kemampuan berpikir yang memungkinkan mencapai jenjang pengetahuan yang lebih tinggi.

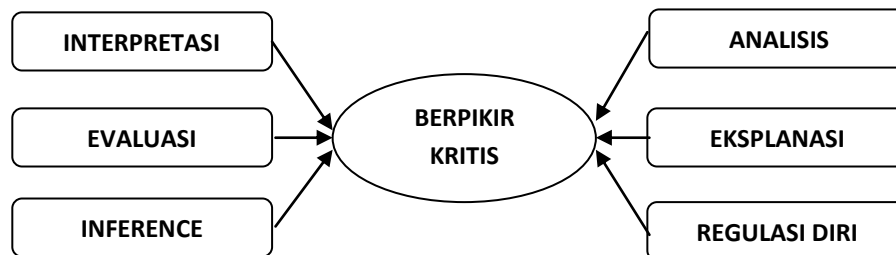
Berpikir berkaitan dengan apa yang terjadi di dalam otak manusia dan fakta-fakta yang ada dalam lingkungan sekitar. Fungsi pikiran manusia menurut Suriasumantri (2006:51), hanyalah mengenali prinsip yang lalu menjadi pengetahuan. Hasil utama dari proses berpikir dapat membangun pengetahuan, penalaran, dan proses yang lebih tinggi mencapai tahapan mempertimbangkan. Kemampuan berpikir reflektif dalam matematika yang memuat kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif, akan berkesempatan dimunculkan dan dikembangkan ketika siswa sedang berada dalam proses yang berulang-ulang.

Menurut Edmund Bachman (2005), melalui pengkondisian berulang-ulang maka pengetahuan itu akan menjadi memori jangka panjang kita, yang bisa diingat kembali seperti intuisi. Pengetahuan tersebutlah yang dapat membantu siswa dalam pemecahan permasalahan matematik yang membutuhkan keterampilan, pemahaman, penalaran, dan ketelitian siswa. Kemampuan berpikir dalam penelitian ini dibagi menjadi kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif.

b. Definisi Berpikir Kritis

Berpikir kritis mengarah pada kegiatan menganalisa idea tau gagasan kearah yang lebih spesifik membedakan sesuatu hal, memilih, mengidentifikasi, mengkaji, dan mengembangkan kearah yang lebih sempurna. Menurut Rudinow & Barry (dalam Filsaime, 2008:57) berpikir kritis adalah sebuah proses yang menekankan sebuah basis kepercayaan-kepercayaan yang logis dan rasional, dan memberikan serangkaian standard an prosedur untuk menganalisis menguji dan mengevaluasi.

Facione (dalam Filsaime, 2008:65) membagi enam kecakapan utama yang terlibat di dalam proses berpikir kritis. Indikator dalam berpikir kritis, yaitu sebagai berikut: (1) interpretasi, (2) analisis, (3) evaluasi, (4) *inference*, (5) eksplanasi dan (6) regulasi diri. Berikut strukur utama dalam berpikir kritis.



GAMBAR 1 Enam Unsur Kecakapan Berpikir kritis

Interpretasi adalah memahami dan mengeksposisikan makna atau signifikansi dari berbagai macam pengalaman, situasi, data, kejadian-kejadian, penilaian, kebiasaan, kepercayaan-kepercayaan, aturan-aturan dan prosedur. Analisis adalah mengidentifikasi persamaan-persamaan dan perbedaan-perbedaan di antara dua pendekatan pada solusi sebuah masalah yang diberikan. Evaluasi adalah membandingkan kekuatan-kekuatan dan kelemahan-kelemahan dari interpretasi-interpretasi alternatif. Inference adalah membuat atau mengkonstruksi makna dari unsur-unsur di dalam sebuah bacaan, atau mengidentifikasi dan memperoleh informasi yang diperlukan untuk memformulasikan sebuah sintesi dari sumber-sumber yang bermacam-macam. Eksplanasi adalah menyatakan hasil-hasil, menjustifikasi prosedur-prosedur dan mempresentasikan argumen-argumen. Sedangkan, regulasi diri adalah pengujian dan koreksi diri.

Menurut Baron & Sternberg, terdapat lima kunci dalam berpikir kritis yaitu: praktis, reflektif, masuk akal, keyakinan, dan tindakan. Kelima kunci tersebut digabung menjadi sebuah definisi untuk berpikir kritis, sehingga yang dimaksud dengan berpikir kritis adalah suatu reflektif yang difokuskan untuk memutuskan apa yang diyakini atau dilakukan. Belajar berpikir kritis berarti belajar bagaimana bertanya, kapan bertanya, apa pertanyaannya, dan belajar bagaimana bernalar, kapan menggunakan penalaran, serta metode penalaran apa yang dipakai. Seorang siswa hanya

dapat berpikir kritis atau bernalar sampai sejauh ia mampu menguji pengalamannya, mengevaluasi pengetahuan, ide-ide, dan mempertimbangkan argumen sebelum membuat pernyataan atau keputusan yang sesuai. Seorang pemikir mampu mengembangkan sikap-sikap tertentu, seperti: keinginan untuk bernalar, keinginan untuk ditantang dan hasrat untuk mencari kebenaran.

Paul (1995:72) membagi strategi berpikir kritis kedalam tiga jenis yaitu: strategi afektif, kemampuan makro, dan keterampilan mikro. Strategi afektif bertujuan untuk meningkatkan berpikir mandiri, dengan sikap “saya dapat mengerjakannya sendiri”. Kemampuan makro merupakan proses yang terlibat dalam berpikir, mengorganisasikan keterampilan dasar yang terpisah pada suatu urutan yang diperluas dari pikiran. Tujuannya tidak untuk menghasilkan suatu keterampilan yang saling terpisah, tetapi terpadu dan mampu berpikir komprehensif. Berpikir kritis dalam matematika adalah kemampuan dan disposisi untuk melibatkan pengetahuan sebelumnya, penalaran matematis, dan strategi kognitif untuk menggeneralisasi, membuktikan, atau mengevaluasi situasi matematis yang kurang dikenal dalam cara yang reflektif (Glazer, 2001).

c. Definisi Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif berawal dari adanya kepekaan terhadap situasi yang sedang dihadapi, dari situasi itu dapat teridentifikasi adanya masalah yang harus diselesaikan. Selanjutnya, terdapat unsur originalitas gagasan yang muncul dalam benak seseorang terkait berdasarkan yang telah diidentifikasi. Hasil yang dimunculkan dari berpikir kreatif itu merupakan suatu hal baru bagi siswa yang bersangkutan dan berbeda. Keadaan ideal, siswa diminta untuk melakukan observasi, eksplorasi, dengan menggunakan intuisi, serta pengalaman belajar baik dengan panduan atau tanpa bantuan guru. Tetapi pendekatan seperti ini khususnya tidak hanya cocok bagi siswa yang pandai, namun memberikan suatu pengalaman yang diperlukan bagi mereka di kemudian hari dalam mencari solusi dari sebuah masalah.

Gilford & Torrance (dalam Filsaime, 2008), menentukan empat indikator berpikir kreatif yaitu sebagai berikut: (1) orisinalitas; (2) kelancaran; (3) fleksibilitas; dan (4) elaborasi. Orisinalitas mengacu pada keunikan dari respon apa pun yang diberikan. Kelancaran merupakan kemampuan untuk menciptakan ide-ide yang beragam. Fleksibilitas menggambarkan karakteristik kemampuan seorang individu untuk mengubah perangkat mental mereka diperlukan, sehingga dapat memandang sebuah masalah secara cepat dari berbagai perspektif. Elaborasi merupakan kemampuan dalam menguraikan sebuah konsep maupun objek tertentu.

Berkaitan dengan orisinalitas, kelancaran, fleksibilitas dan elaborasi dalam proses berpikir saat melahirkan gagasan yang kreatif dipandang perlu adanya suatu tindak lanjut untuk membenahi dengan teratur dan rinci apa yang telah dihasilkan. Hal ini perlu dilakukan agar siswa tidak kehilangan kesempatan belajar, terutama sebelum melupakan ide-ide yang original.

d. Definisi Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Matematika

Proses pembelajaran matematika yang aktif dan generatif diperlukan untuk menemukan pola, kerangka masalah, dan menetapkan proses penalaran. Proses tersebut, merupakan dasar untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Implikasi dari pandangan matematika yang dinamik, timbul gagasan tentang apa yang harus dipelajari siswa dan jenis kegiatan apa yang harus dilakukan siswa dan guru dalam proses belajar. Proses belajar yang dialami siswa diharapkan secara bermakna. Diperlukan dalam mencari disposisi matematik pengetahuan matematika dan alat untuk membangun pengetahuan. Berpikir kritis dan kreatif merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagai aspek kognitif. Aspek kognitif pada level tinggi dipandang sebagai suatu kesatuan rangkaian yang melibatkan berpikir pada tahap pengetahuan sampai tahap evaluasi.

Glazer (Syukur, 2004:23) menyebutkan syarat-syarat untuk berpikir kritis matematik adalah sebagai berikut: 1) Adanya situasi yang tidak dikenal atau akrab sehingga seseorang individu tidak dapat secara langsung mengenali konsep matematika atau mengetahui bagaimana menentukan solusi suatu masalah; 2) Menggunakan pengetahuan yang telah dimilikinya, penalaran matematika, dan strategi kognitif; 3) Menghasilkan generalisasi, pembuktian dan evaluasi; 4) Berpikir reflektif

yang melibatkan pengkomunikasian atau solusi, rasionalisasi arguman dan jawaban, penentu cara lain untuk menjelaskan suatu konsep atau memecahkan suatu masalah, dan pengembangan studi lebih lanjut. Berkaitan dengan berpikir kreatif dalam matematika, Mulyana (2005:18) mengatakan, bahwa kemampuan berpikir kreatif matematik adalah tingkat kemampuan matematika dalam keterampilan berpikir lancer, luwes, orisinil, memperinci dan mengevaluasi.

Karakteristik matematika tentu berbeda dengan disiplin ilmu lainnya, oleh karena itu dalam berpikir matematis pun harus disesuaikan dengan karakteristik dari matematika itu sendiri. Seseorang dikatakan memiliki kemampuan berpikir kreatif dalam matematika ditandai dengan adanya kelancaran, keluwesan, keaslian, dan terperinci dalam berpikir mencari solusi saat memecahkan masalah matematika. Berdasarkan uraian tersebut, kemampuan berpikir kritis dan kreatif dalam matematika sangat penting. Hal ini, dikarenakan kedua kemampuan itu memiliki kaitan dalam memandang suatu masalah matematika secara kritis dan mencari jawaban yang kreatif. Dengan demikian, dalam penelitian ini sangat memungkinkan perbedaan hasil belajar matematika siswa dengan pemikiran kritis dan kreatif matematis yang dimiliki oleh siswa.

2.2. Pengajaran dan Pembelajaran Kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*).

a. Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran merupakan kegiatan guru menciptakan nuansa agar program belajar tumbuh dan berkembang secara optimal. Menurut Erman Suherman (2003:8) Pembelajaran adalah proses komunikasi fungsional antara siswa dengan guru dan siswa dengan siswa, dalam rangka perubahan sikap dan pola pikir yang akan menjadi kebiasaan bagi siswa yang bersangkutan. Siswa perlu memiliki kemampuan memperoleh, memilih dan mengelola informasi untuk bertahan pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti dan selalu kompetitif. Kemampuan ini membutuhkan pemikiran kritis, sistematis, logis, kreatif dan kemauan bekerjasama yang efektif. Guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas harus mampu menciptakan suasana belajar yang memungkinkan memunculkan pemikiran kritis, kreatif, sistematis dan logis. Salah satu pembelajaran yang sesuai dengan ciri-ciri dan prinsip dasar tersebut dapat menggunakan pembelajaran kontekstual.

Pembelajaran dengan kontekstual merupakan terjemahan dari istilah *Contextual Teaching and Learning (CTL)*. Menurut Trianto (2007:103), bahwa pembelajaran kontekstual adalah konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. dengan melibatkan tujuh komponen utama pembelajaran kontekstual, yaitu: konstruktivisme (*Contruktivism*), bertanya (*questioning*), menemukan (*inquiry*), masyarakat belajar (*learning community*), pemodelan (*modelling*), refleksi (*reflektion*) dan penilaian sebenarnya (*authentic assessment*) (Trianto, 2007:105-106). Pada tujuh komponen tersebut, pendekatan kontekstual diharapkan belajar dapat lebih bermakna bagi siswa. Dalam hal ini, siswa perlu mengerti apa makna belajar, apa manfaatnya, dalam status apa mereka, dan bagaimana pencapaiannya. Para siswa menyadari bahwa yang mereka pelajari akan berguna dan sebagai bekal hidupnya kemudian hari.

Pengajaran kontekstual menekankan pada berpikir tingkat lebih tinggi, transfer pengetahuan lintas disiplin, serta pengumpulan, penganalisaan dan pensintesisan informasi dan data dari berbagai sumber dan pandangan (Trianto, 2007:102). Dengan konsep ini, hasil pembelajaran diharapkan lebih bermakna bagi siswa dalam meningkatkan hasil belajar. Proses pembelajaran berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalami, bukan transfer pengetahuan dari guru ke siswa.

Penerapan Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual mengupayakan agar suasana pembelajaran menjadi menyenangkan, sehingga adanya perubahan tingkah laku dan kompetensi yang dicapai oleh siswa. Pembelajaran kontekstual adalah pembelajaran yang menuntut siswa melakukan proses pemecahan masalah untuk membangun dan menemukan pengetahuannya secara kritis dan kreatif, melalui bertanya dan *sharing-idea* antar teman maupun kelompok, masalah disajikan dengan multi konteks, refleksi tidak hanya dilakukan pada akhir pembelajaran tetapi dilakukan pula pada setiap tahap proses pemecahan masalah, menggunakan representasi sebagai model, dan penilaian dilakukan

tidak hanya melihat hasil saja tetapi proses lebih diutamakan. Pada dasarnya, pembelajaran kontekstual terstruktur dan kontekstual tidak terstruktur relatif sama, perbedaannya terletak pada jenis masalah yang disajikan dan pertanyaan arahnya.

Masalah kontekstual yang disajikan secara terstruktur dapat memberikan informasi secara lengkap dan jelas, sehingga tidak menimbulkan keraguan dalam diri siswa dalam pemecahan masalah yang diberikan. Sedangkan, pada pembelajaran kontekstual tidak terstruktur terdapat informasi yang kurang dan dapat menimbulkan keraguan dalam diri siswa dalam memecahkan masalah yang diberikan. Guru harus selalu memberikan arahan yang kepada siswa. Hal ini, dapat menimbulkan kebergantungan siswa kepada guru. Untuk siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur, mereka akan lebih bertidak secara cepat untuk segera memikirkan bagaimana cara penyelesaian dari masalah yang diberikan. Sehingga, hasil belajar relatif lebih tinggi. Guru harus memberikan motivasi terlebih dahulu secara ekstra, mereka biasanya baru mau mulai memecahkan masalah jika informasinya sudah lengkap.

Siswa dihadapkan pada masalah *ill-structured* atau *well-structured* dan *open-ended* dalam dunia nyata, memberikan kesempatan siswa untuk melakukan investigasi, eksplorasi, membuat dugaan-dugaan, kemudian memecahkan masalah. Pada saat siswa melakukan proses pemecahan masalah secara kreatif dalam mengerjakan masalah kontekstual terstruktur memungkinkan keterampilan berpikir kreatif akan berkembang. Sehingga, hasil belajar siswa akan lebih tinggi dari pada masalah kontekstual tidak terstruktur.

Beberapa hasil penelitian yang telah mengkaji dan mengembangkan model pembelajaran kontekstual (CTL) dan kemampuan tingkat tinggi (kemampuan berpikir kritis dan kreatif) diantaranya: Studi Ratnaningsih (2003) tentang kemampuan berpikir matematika tingkat tinggi dengan implementasikan pembelajaran berbasis masalah pada siswa kelas 2 SMU. Hasil studi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi matematika melalui pembelajaran berbasis masalah lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran biasa. Darta (2004) menerapkan pembelajaran matematika kontekstual pada mahasiswa calon guru. Hasil studi menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru yang memperoleh pembelajaran kontekstual mencapai kualitas pemecahan masalah dan komunikasi yang lebih baik dari pada mahasiswa calon guru yang memperoleh pembelajaran biasa.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan desain faktorial 2×2 . Sedangkan variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. variabel bebas dalam penelitian ini adalah pembelajaran kontekstual (A) dan kemampuan berpikir (B), sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar matematika (Y). Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dengan analisa varian (ANOVA) dua jalur. Disain eksperimen, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1
Desain Eksperimen

Kemampuan Berpikir (B)	Pembelajaran Kontekstual (A)	Terstruktur (A ₁)	Tidak Terstruktur (A ₂)	Σ
Berpikir Kritis (B ₁)		A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	B ₁
Berpikir Kreatif (B ₂)		A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	B ₂
	Σ	A ₁	A ₂	Total

4. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa SMK di Kota Tangerang. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan teknik *Cluster Random Sampling*. Sampel dipilih secara acak dari empat kelompok sebanyak 80 siswa, selanjutnya pada masing-masing kelompok diberikan perlakuan pembelajaran kontekstual terstruktur, pembelajaran kontekstual tidak terstruktur. Kelas-kelas tersebut diundi untuk dijadikan sebagai kelas yang diajar dengan pembelajaran kontekstual terstruktur (A_1) dan kelas yang diajar dengan menggunakan strategi pembelajaran kontekstual tidak terstruktur (A_2).

Tabel 2
Sampel penelitian

Pembelajaran Kontesktual	Terstruktur	Tidak Terstruktur	Σb
Kemampuan berpikir			
Kritis	n = 20	n = 20	n = 40
Kreatif	n = 20	n = 20	n = 40
Σk	n = 40	n = 40	n = 80

5. Hasil Penelitian

Deskripsi data yang akan disajikan adalah sebagai berikut : (1) Kelompok siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur; (2) Kelompok siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur ; (3) Kelompok siswa berpikir kritis yang diajar dengan menggunakan strategi pembelajaran kontekstual terstruktur; (4) kelompok siswa berpikir kreatif yang diajar dengan menggunakan strategi pembelajaran kontekstual terstruktur; (5) kelompok siswa berpikir kritis yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur; (6) kelompok siswa berpikir kreatif yang diajar dengan menggunakan kontekstual tidak terstruktur.

Tabel 3
Deskripsi Data Hasil Belajar Matematika Siswa

Strategi pembelajaran	Kontekstual terstruktur (A_1)	Kontekstual tidak terstruktur (A_2)	Σb
Kemampuan berpikir			
Kritis (B_1)	$n_{11} = 20$ $\sum X_{11} = 1.627$ $\sum X_{11}^2 = 134.329$ $\bar{X}_{11} = 81,35$	$n_{12} = 20$ $\sum X_{12} = 1.213$ $\sum X_{12}^2 = 76.267$ $\bar{X}_{12} = 60,65$	$n_{10} = 40$ $\sum X_{10} = 2.840$ $\sum X_{10}^2 = 210.596$ $\bar{X}_{10} = 71$
Kreatif (B_2)	$n_{21} = 20$ $\sum X_{21} = 1.570$ $\sum X_{21}^2 = 125.246$ $\bar{X}_{21} = 78,5$	$n_{22} = 20$ $\sum X_{22} = 1.333$ $\sum X_{22}^2 = 91.071$ $\bar{X}_{22} = 66,65$	$n_{20} = 40$ $\sum X_{20} = 2.903$ $\sum X_{20}^2 = 216.317$ $\bar{X}_{20} = 72,58$
Σk	$n_{01} = 40$ $\sum X_{01} = 3.197$ $\sum X_{01}^2 = 259.575$ $\bar{X}_{01} = 79,93$	$n_{02} = 40$ $\sum X_{02} = 2.546$ $\sum X_{02}^2 = 167.338$ $\bar{X}_{02} = 63,65$	$n_{00} = 80$ $\sum X_{00} = 5.743$ $\sum X_{00}^2 = 426913$ $\bar{X}_{00} = 71,79$

Pengujian hipotesis statistik dilakukan dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) dua jalan yang dilanjutkan dengan uji Tukey. Analisis dua arah digunakan untuk menguji pengaruh utama dan Interaksi variabel bebas yaitu pembelajaran kontekstual dan

kemampuan berpikir terhadap variabel terikat yaitu hasil belajar matematika siswa. Selanjutnya hasil analisis data dengan ANAVA dua arah disajikan dalam table berikut ini.

Tabel 4
Hasil Perhitungan ANAVA dua arah Data Hasil Belajar Matematika Siswa

Sumber Varians	db	JK	RJK = S^2	F_h	F_t	
					0,05	0,01
Antar Kolom	1	5297.53	5297.53	45,24 **	3,97	6,99
Antar Baris	1	49.62	49.62	0,42 ^{ns}	3,97	6,99
Interaksi	1	391.59	391.59	3,34 ^{ns}	3,97	6,99
Antar Kelompok	3	5738,74	1912,91			
Dalam Kelompok	76	8898,65	117.09			
Total Direduksi	79	14637,39				
Rerata (koreksi)	1	412275,61				
Total	80	426913				

Keterangan :

** Sangat signifikan pada $\alpha = 0,05$

^{ns} non signifikan

Dari tabel tersebut, hasil analisis varians dua jalur dapat dijelaskan bahwa:

1. Nilai $F_h (k) = 45,24 > F_t = 3,97$, sehingga disimpulkan terdapat perbedaan antara pembelajaran kontekstual terstruktur dengan pembelajaran kontekstual terstruktur.
2. Nilai $F_h (b) = 0,42 < F_t = 3,97$, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil belajar siswa matematika siswa yang berpikir kritis dengan siswa yang berpikir kreatif.
3. Nilai $F_h (I) = 3,34 < F_t = 3,97$, sehingga disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi antara pembelajaran kontekstual dengan kemampuan berpikir.

Karena ada perbedaan antara antara pembelajaran kontekstual terstruktur dengan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur, maka analisis dilanjutkan, dengan Uji Tukey, karena jumlah responden dari keempat kelompok tersebut sama yaitu 20.

Tabel 5
Hasil Uji Tukey

Pembelajaran Kontekstual Kemampuan berpikir	Kontekstual Terstruktur	Kontekstual Tidak Terstruktur	Σb
Kritis	81,35	60,65	71
Kreatif	78,5	66,65	72,58
Σk	79,93	63,65	71,79

Hasil uji Tukey dari tabel tersebut, dapat dijelaskan bahwa:

- a. Siswa berpikir kritis yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur mempunyai hasil belajar matematika lebih tinggi dari pada yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.

- b. Siswa berpikir kritis yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur mempunyai hasil belajar yang lebih tinggi dari pada siswa berpikir kreatif yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur.
- c. Siswa berpikir kreatif yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur mempunyai hasil belajar lebih tinggi dari pada yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.
- d. Siswa berpikir kreatif yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur mempunyai hasil belajar lebih tinggi dari pada siswa kritis yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.

6. Kesimpulan, Implikasi Dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, temuan dan pembahasan hasil yang telah dikemukakan sebelumnya, diperoleh beberapa kesimpulan dalam penelitian sebagai berikut :

- a. Secara keseluruhan hasil belajar matematika siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur berbeda dengan siswa yang diajar dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur.
- b. Hasil belajar matematika siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur lebih tinggi dari pada menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.
- c. Hasil belajar matematika siswa yang memiliki kemampuan berpikir kreatif dengan menggunakan pembelajaran kontekstual terstruktur lebih tinggi dari pada menggunakan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.
- d. Tidak ada interaksi antara pembelajaran kontekstual dengan kemampuan berpikir terhadap hasil belajar matematika siswa.

6.2. Implikasi

Penelitian ini mengungkap bahwa: penerapan pembelajaran kontekstual terstruktur dengan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur mempunyai hasil belajar yang berbeda. Pada hasil belajar matematika siswa berpikir kritis dengan hasil belajar matematika siswa berpikir kreatif mempunyai hasil belajar yang relatif sama. Namun nilai yang dihasilkan menunjukkan bahwa hasil yang didapat siswa pada pembelajaran kontekstual terstruktur lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran kontekstual tidak terstruktur.

Hasil penelitian memberikan gambaran bahwa pembelajaran juga turut mempengaruhi hasil belajar siswa. Dengan demikian untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa, maka diharapkan guru dapat memilih pembelajaran yang tepat bagi para siswanya dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar.

Penerapan pembelajaran kontekstual terstruktur dan kontekstual tidak terstruktur dapat menciptakan suasana pembelajaran lebih kondusif yang berpusat pada siswa (*student-centered*). Proses pembelajaran kontekstual dengan menyajikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dapat meningkatkan kepekaan siswa dalam menghadapi masalah dan mampu memecahkan permasalahan baik di sekolah maupun di luar sekolah.

Tahap diskusi kelompok dan menyajikan hasil kerja kelompok pada pembelajaran kontekstual mampu menumbuhkan sikap siswa saling menghargai pendapat, saling berbagi idea (*sharing-idea*), dan saling membantu. Selain itu, dapat meningkatkan keberanian mengemukakan pendapat dan lebih lancar dalam menyampaikan pendapatnya. Kemampuan berkomunikasi antara siswa dengan siswa maupun siswa dengan guru, dan mampu meningkatkan rasa percaya diri pada siswa.

Mengajukan pertanyaan dan melakukan refleksi pada setiap tahapan pembelajaran kontekstual dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami, menganalisis dan memecahkan masalah

dengan cara sendiri yang beragam, serta dapat menumbuhkan sikap hati-hati dalam menyelesaikan soal sehingga kekeliruan yang dilakukan menjadi lebih kecil. Dengan demikian, tujuan dalam pembelajaran dapat tercapai dengan baik.

6.3. Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi penelitian yang dikemukakan diatas, maka dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut :

- a. Pembelajaran kontekstual terstruktur dan tidak terstruktur, hendaknya terus dikembangkan dilapangan dan dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan guru dalam pembelajaran matematika sehari-hari. Hal ini dikarenakan pembelajarn tersebut dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa.
- b. Dalam mengimplementasikan pembelajaran kontekstual guru perlu mempersiapkan semua komponen pendukung dengan matang baik dalam mengembangkan lembar kerja siswa (LKS) maupun bahan ajar. Bahan ajar yang dikembangkan harus lebih memicu terjadinya konflik kognitif diharapkan agar dapat mengembangkan kemampuan secara optimal. Pertanyaan arahan yang diajukan oleh guru sebaiknya terbuka supaya dapat melatih dalam berpikir.
- c. Guru matematika hendaknya mengadakan perubahan-perubahan secara bertahap dalam pembelajaran sehari-hari dengan cara mengkombinasikan satu model pembelajaran dengan model pembelajaran lain yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan siswa.
- d. Dengan memperhatikan temuan bahwa pembelajaran berbasis masalah dan konstruktivisme seperti pembelajaran kontekstual berpengaruh terhadap hasil belajar matematika siswa, diharapkan menjadi masukan bagi pengambil kebijakan untuk mengadakan perubahan-perubahan terhadap paradigma pembelajaran matematika yang sampai saat ini kurang akomodatif dalam mengembangkan potensi belajar siswa.
- e. Bagi peneliti yang bermaksud melanjutkan penelitian yang lebih menunjukkan hasil temuan yang lebih lanjut, perlu diteliti pengaruh pembelajaran kontekstual terstruktur dan tidak terstruktur terhadap kemampuan daya matematik (koneksi, komunikasi, penalaran, pemecahan masalah dan representasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Pendidikan (2006). *Standar Kompetensi Dasar Matematika SMA/MA*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Baron, J.B. dan Sternberg, R.J. (1987). *Teaching Thinking Skills: Theory and Practice*. New York: W.H.Freeman and Company.
- Darsono, M. (2000). *Belajar dan Pembelajaran*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Dennis K.F (2008). *Menguak Rahasia Berpikir Kritis dan Kreatif*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakaraya.
- Edward W.M, Bruce M.K. (1993). *Statistical Reasoning in Psychology and Education*. USA: Lehigh Press.
- Elaine B. J. (2007). *Contextual Teaching & Learning*. Bandung: MLC.
- Evans, J.R. (1991). *Creative Thinking in the Decision and Management Sciences*. USA: South-Western Publishing Co.
- Fisher, R (1995). *Teaching Children to Think*. Cheltenham, United Kindom: Stenley Thornes Ltd.
- Frederick, H.B. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)*. USA: Brown Company Publishers.

- Glazer, E (2001). *Using Web Sources to promote Critical Thinking in High School Mathematic*. [online]. Tersedia: <http://math.unipa.it/~grim/aglazer79-84.pdf> [19 Februari 2005]
- Guilford, J.P. (1959). "Traits of Creativity", dalam H.H. Anderson (Ed.) *Creativity and Its Cultivation*. New York: John Wiley
- Hassoubah (2004). *Cara berpikir Kreatif dan Kritis*. Bandung: Nuansa.
- Munandar, U. (2004). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurhadi, (2003). *Pendekatan Kontekstual (Contextual Teaching and Learning)*. Jakarta: Depdiknas Dirjen Dikdasmen.
- Polya, G. (1985). *How to Solve it. A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey: Princeton university press.
- Richard I. A. (2008). *Learning to Teach (Belajar untuk Mengajar)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sujana. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Suriasumantri, J. S. 2005. *Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Suparno. (2002). *Filsafat Konstruktivisme dalam pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suryadi, D. (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi siswa*. Bandung: PPS UPI.
- Syukur, M. (2004). *Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Open-Ended*. Bandung: PPS UPI Press.
- The Liang Gie. (1980). *Filsafat Matematika*. Yogyakarta: Super.
- Trianto, (2007). *Model-Model pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik (Konsep, Landasan Teoritis-Praktis dan implementasinya)*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

APLIKASI SOFTWARE CABRI GEOMETRI PADA MATERI GEOMETRI SEBAGAI UPAYA MENGEKSPLORASI KEMAMPAUAN MATEMATIS

Samsul Maarif

Pendidikan Matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA Jakarta
sams_andromeda@yahoo.com

ABSTRAK

Geometri merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam pembelajaran matematika. Akan tetapi, perkembangan geometri pada pembelajaran geometri secara saat ini kurang berkembang. Salah satu penyebabnya adalah kesulitan siswa dalam membentuk konstruksi nyata secara teliti dan akurat, adanya anggapan bahwa untuk melukis bangun geometri memerlukan ketelitian dalam pengukuran dan memerlukan waktu yang lama, serta tidak jarang siswa mengalami kesulitan dalam proses pembuktian. Sementara itu, melukis memainkan peranan yang penting dalam pembelajaran geometri di sekolah karena lukisan geometri menghubungkan antara ruang fisik dan teori. Jika dikaji lebih lanjut mengenai kaitan antara objek-objek geometri yang abstrak dengan kesulitan siswa dalam belajar geometri, maka akan muncul dugaan bahwa sesungguhnya terdapat masalah dalam pembelajaran geometri di sekolah berkaitan dengan pembentukan konsep-konsep yang abstrak. Mempelajari konsep yang abstrak tidak dapat dilakukan hanya dengan transfer informasi saja, tetapi dibutuhkan suatu proses pembentukan konsep melalui serangkaian aktivitas yang dialami langsung oleh siswa. Rangkaian aktivitas pembentukan konsep abstrak tersebut selanjutnya disebut proses abstraksi. Seiring perkembangan teknologi saat ini telah berkembang jenis alat peraga baru yang dikenal dengan konsep alat peraga maya. Alat ini memiliki karakteristik benda-benda semi kongkrit dan dapat dimanipulasi langsung oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran. Contohnya jenis *Dynamic Geometry Software* (perangkat lunak geometri dinamis). Dengan demikian penggunaan teknologi berupa *software* telah dapat membantu meningkatkan kemampuan matematis siswa, sehingga diharapkan dengan penggunaan *software Cabri Geometry* dalam pembelajaran geometri juga akan mengembangkan kemampuan pembuktian matematis, kemampuan penalaran matematis, kemampuan penalaran matematis dan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Kata Kunci: Kemampuan Matematis, *Cabri Geometry II Plus*

1. Pendahuluan

Matematika sebagai salah satu disiplin ilmu tidak terlepas kaitannya dengan dunia pendidikan terutama dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memegang peranan penting. Mengingat pentingnya matematika dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, maka sudah sewajarnya matematika sebagai pelajaran wajib perlu dikuasai dan dipahami dengan baik oleh siswa di sekolah-sekolah. Oleh sebab itu guru mempunyai peran penting membantu siswa agar dapat belajar matematika dengan baik.

Menurut James dan James (Suherman, 2003: 31) matematika adalah ilmu tentang logika mengenai bentuk, susunan, besaran, dan konsep-konsep yang berhubungan satu dengan yang lainnya dengan jumlah yang banyak yang terbagi ke dalam tiga bidang, yaitu aljabar, analisis, dan geometri. Mengingat objek-objek penelaahan dalam matematika bersifat abstrak dan harus dipelajari sejak anak-anak, maka kegiatan pembelajaran matematika harus direncanakan sesuai dengan kemampuan peserta didik.

Geometri merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam pembelajaran matematika. Namun dalam beberapa tahun terakhir, geometri formal kurang begitu berkembang. Hal ini dapat disebabkan oleh

kesulitan siswa dalam membentuk konstruksi nyata yang diperlukan secara akurat, adanya anggapan bahwa untuk melukis bangun geometri memerlukan waktu yang lama, dan kebanyakan siswa mengalami kesulitan dalam proses pembuktian. Sementara itu, melukis memainkan peranan yang penting dalam pembelajaran geometri di sekolah karena lukisan geometri menghubungkan antara ruang fisik dan teori.

Geometri adalah materi pelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan matematis yang cukup baik untuk memahaminya. Menurut NCTM (Siregar, 2009) kemampuan yang harus dimiliki siswa dalam mempelajari geometri adalah: 1) kemampuan menganalisis karakter dan sifat dari bentuk geometri baik dua dimensi ataupun tiga dimensi, dan mampu membangun argumen-argumen matematika mengenai hubungan geometri dengan yang lainnya; 2) kemampuan menentukan kedudukan suatu titik dengan lebih spesifik dan gambaran hubungan spasial dengan menggunakan koordinat geometri serta menghubungkannya dengan sistem yang lain; 3) kemampuan aplikasi transformasi dan penggunaannya secara simetris untuk menganalisis situasi matematis; 4) mampu menggunakan visualisasi, penalaran spasial, dan model geometri untuk memecahkan masalah. Dengan menguasai kemampuan-kemampuan tersebut, diharapkan penguasaan siswa terhadap materi geometri menjadi lebih baik.

Saat ini hampir setiap sekolah telah mempunyai laboratorium komputer. Komputer-komputer di laboratorium sekolah tersebut pada umumnya hanya digunakan untuk kepentingan administrasi, seperti mengetik surat, mengetik laporan, membuat daftar gaji, dan sebagainya. Masih jarang sekolah yang menggunakan komputer untuk pembelajaran. Walaupun ada, sebagian besar komputer hanya digunakan untuk mata pelajaran komputer itu sendiri (TIK). Mungkin hal ini disebabkan guru bidang studi (termasuk bidang studi Matematika), belum mampu menggunakan program-program komputer tersebut dalam pembelajaran.

Kehadiran media mempunyai peran yang penting dalam proses pembelajaran matematika yang objek kajiannya bersifat abstrak (termasuk materi geometri), terutama media yang dapat mengatasi permasalahan dalam pembelajaran geometri. Dewasa ini media pembelajaran berbasis komputer telah berkembang pesat. Patsiomitou (2008) menyatakan bahwa pembelajaran geometri dengan bantuan *software* geometri misalnya *Cabri Geometry* ada empat hal yang dapat dicapai siswa, yaitu; (1) siswa dapat membangun kemampuan pemecahan masalah dengan menggunakan *software*, (2) membangun skema mental melalui konstruksi dengan menggunakan skema, (3) meningkatkan kemampuan reaksi visual melalui kegiatan representasi visual, dan (4) membangun proses pemikiran mengenai geometri berdasarkan teori Van Hiele melalui kombinasi aktifitas representasi visual dan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan guru saat proses belajar berlangsung.

Sunardi (2007) menyatakan bahwa dibandingkan dengan materi-materi matematika lainnya, geometri menempati posisi yang paling memprihatinkan. Kesulitan siswa dalam belajar geometri terjadi mulai dari Sekolah Dasar (SD) sampai Perguruan Tinggi (PT). Sejalan dengan pendapat tersebut, hasil penelitian Purniati (2009) juga menyebutkan bahwa kenyataan di lapangan, geometri merupakan materi matematika yang menjadi masalah dari jenjang SD sampai SMP.

Jika dikaji lebih lanjut mengenai kaitan antara objek-objek geometri yang abstrak dengan kesulitan siswa dalam belajar geometri, maka akan muncul dugaan bahwa sesungguhnya terdapat masalah dalam pembelajaran geometri di sekolah berkaitan dengan pembentukan konsep-konsep yang abstrak. Mempelajari konsep yang abstrak tidak dapat dilakukan hanya dengan transfer informasi saja, tetapi dibutuhkan suatu proses pembentukan konsep melalui serangkaian aktivitas yang dialami langsung oleh siswa. Rangkaian aktivitas pembentukan konsep abstrak tersebut selanjutnya disebut proses abstraksi.

Nurhasanah (2010) menyatakan bahwa sesuai karakteristik geometri, proses abstraksi haruslah terintegrasi dengan proses pembelajaran yang berlangsung sehingga harus memperhatikan beberapa aspek seperti, metode pembelajaran, model pembelajaran, bahan ajar, ketersediaan dan penggunaan alat peraga atau ketrampilan guru dalam mengelola kegiatan pembelajaran. Secara teori, pembentukan konsep yang terkait dengan objek-objek geometri dapat dilihat dari dua sudut pandang, yaitu sudut pandang proses abstraksi dan sudut pandang teori Van Hiele.

Selain sudut pandang tersebut, dalam pembelajaran geometri perlu diperhatikan pula peranan alat peraga yang berkaitan erat dengan objek geometri yang abstrak. Ketika teori Van Hiele muncul, jenis alat peraga pembelajaran matematika masih sangat terbatas pada benda-benda kongkrit. Namun, seiring perkembangan teknologi saat ini telah berkembang jenis alat peraga baru yang dikenal dengan konsep alat peraga maya. Alat ini memiliki karakteristik benda-benda semi kongkrit dan dapat dimanipulasi langsung oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran. Contohnya jenis *Dynamic Geometry Software* (perangkat lunak geometri dinamis). Dengan demikian penggunaan teknologi berupa *Software Cabri Geometry II* telah dapat membantu meningkatkan kemampuan matematis siswa, sehingga diharapkan dengan penggunaan *Software Cabri Geometry II Plus* dalam pembelajaran geometri juga akan mengembangkan kemampuan pembuktian matematis, kemampuan penalaran matematis, dan kemampuan pemecahan masalah matematis.

2. Menggunakan Cabri Geometry Untuk Mengembangkan Kemampuan Pembuktian

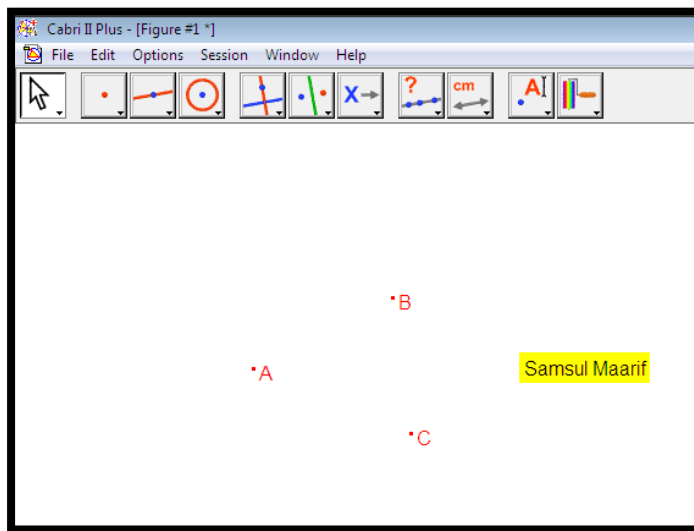
Salah satu aturan dalam pembelajaran geometri di kelas adalah bagaimana siswa mengungkapkan bukti dengan adanya fakta-fakta. Sebuah bukti akan diterima secara logis apabila sesuai dengan definisi, aksioma dan teorema sebelumnya. Menurut Mariotti (2006) Untuk membantu siswa memahami logika pengembangan bukti menggunakan ide-ide yang dimiliki oleh siswa diperlukan sebuah media yang dapat menggambarkan situasi dari sebuah teorema. Dibawah ini adalah contoh pembuktian dari sebuah teorema yang kemudian di konstruksi dengan menggunakan *Cabri Geometry* dan siswa kemudian menentukan nilai kebenaran dari sebuah teorema tersebut.

No.	Pernyataan	Pembenaran (jastifikasi)	Konstruksi di Cabri dan terkait langkah-langkah dalam bukti
1	A, B dan C adalah titik-titik yang tidak segaris (non coliner)	Diberikan	Gambarkan titik-titik A, B dan C yang tidak dalam satu garis (1)
2	Garis yang melalui titik A dan B ada	Postulat garis	Gambarkan Garis yang melalui titik A dan B (2)
3	segmen AB ada	Definisi segmen garis	Gambarkan segmen AB (3)
4	Jika M adalah titik tengah segmen AB	Teorema titik tengah	Temukan titik tengah M pada segmen AB (4)
5	Garis yang melalui titik C dan M ada	Postulat garis	Gambarkan Garis yang melalui titik C dan M (5)
6	$CM = r, r > 0$	Postulat jarak	
7	Misalkan 0 dan r dari masing-masing titik C dan M	Postulat tempat kedudukan dan kuasa titik	Menggunakan busur, lingkaran dan pemindahan ukuran (perlu menemukan panjang CM langsung atau tidak langsung) (6)
8	Misalkan D terletak pada CM sehingga yang koordinat D adalah $2r$.	Postulat kuasa titik	Gambar titik D pada CM (8)
9	$0 < r < 2r$	Sifat bilangan real	Pastikan bahwa M adalah titik tengah dari CD. (10, 12)
10	C-M-D	Teorem antara pertama	
11	$CM = DM$.	Sifat Transitif	
12	M adalah titik tengah segmen CM	Definisi titik tengah	
13	Segmen AB dan CD membagi dua satu sama lain	Definisi pembagian	

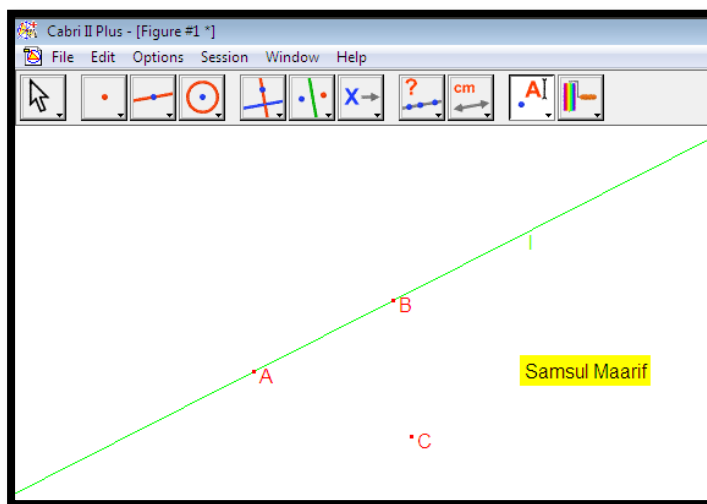
Langkah-langkah pembelajarannya:

Contoh: Pada postulat pertama siswa diberikan tiga buah titik A, B, dan C.

1. Buka *Cabri Geometri II Plus* dengan tombol *Point* => tentukan titik A, B dan C.



2. Dari gambar terlihat bahwa titik A, B dan C tidak segaris. Kemudian Siswa dapat membuktikan bahwa garis yang melalui titik A dan B ada.



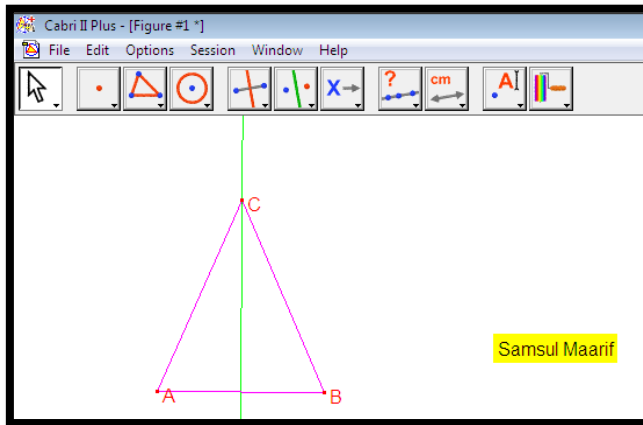
3. Dengan mengkonstruksi garis tersebut siswa telah membuktikan postulat dari sebuah garis yaitu : *Dua buah titik hanya dapat ditarik sebuah garis lurus*. Selain itu, siswa juga dapat membenarkan bahwa segmen AB itu ada yaitu terletak pada garis *l* dan seterusnya sesuai dengan apa yang ada di dalam tabel.
4. Kemudian, setelah semua siswa melakukan konstruksi yang sama di *Cabri Geometry*, siswa diminta untuk membandingkan langkah-langkah konstruksi dengan pernyataan dan pembenaran bukti, yang memimpin mereka untuk menyertakan nomor langkah bukti (diberikan dalam kurung) setelah setiap kalimat dan yang membantu mereka memahami hubungan antara bukti dan konstruksi.

3. Menggunakan Cabri untuk Membantu Siswa Mengembangkan Kemampuan Penalaran Matematis

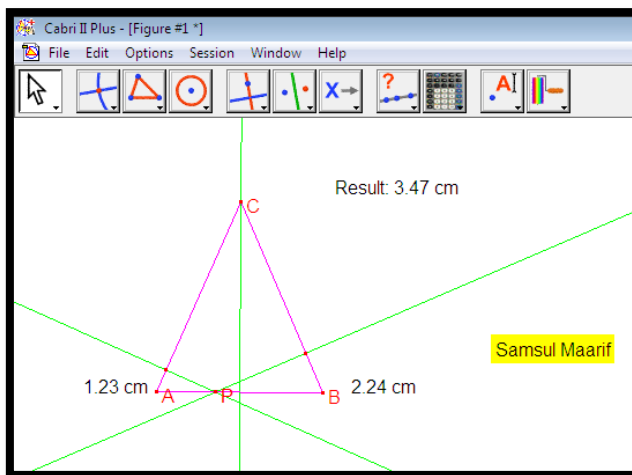
Untuk mengembangkan ide siswa dalam pembuktian yaitu dengan menggunakan masalah terbuka. Interaksi siswa dengan *Cabri Geometry* terjadi di mana setiap informasi yang dibutuhkan oleh siswa sudah tersedia dalam gambar yang diinstruksikan dalam *Cabri Geometry*.

Contoh: Setelah siswa mempelajari segitiga sama kaki siswa dihadapkan pada masalah sebagai berikut: “Diketahui segitiga sama kaki ABC diman $AC = BC$. Titik P terletak pada sisi AB. Permasalahannya: dimana tepatnya letak titik P sehingga jarak P terhadap AC sama dengan jarak titik P ke BC. Adapun langkah-langkahnya:

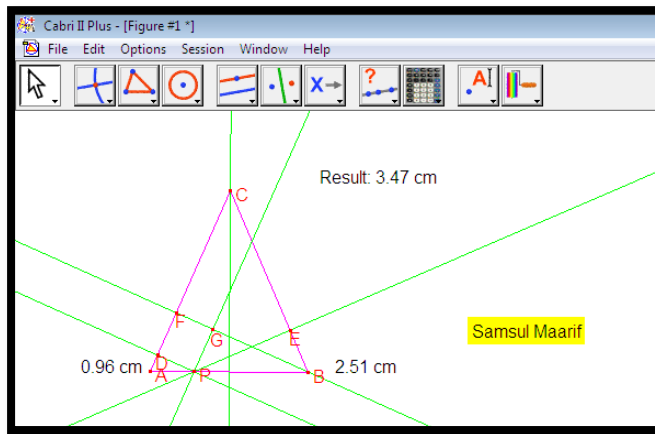
1. Tentunya terlebih dahulu di suruh untuk mengkonstruksi segitiga sama kaki. yaitu dengan cara membuat segmen AB dengan perintah tombol *Segment* => buat garis sumbu segmen AB dengan tombol *Perpendicular Bisector* => letakan titik C pada garis sumbu tersebut => buatlah segitiga ABC dengan tombol *Triangle*.



2. Letakan titik P pada sisi AB dengan tombol *Point on Object* => Buat garis tegak lurus AC melalui P dengan tombol *Perpendicular Line* => Dengan tombol *Distance and Lengt* tentiukan jarak P ke AC dan P ke BC=> kemudian jumlahkan kedua jarak tersebut dengan tombol *Calculate*



3. Geser titik P kekanan dan kekiri biarlah siswa menyimpulkan sendiri. (Tentunya jawabnya adalah jumlah keduanya akan selalu sama).
4. Setelah siswa dapat menyimpulkan eksplorasi tersebut biarlah mereka melakukan eksplorasi dengan pembuktin menggunakan aksioma atau postulat yang ada.
5. Tentunya jawaban yang kita inginkan dari siswa adalah sebagi berikut: dari gambar cabri permasalahan di atas buatlah garis sejajar dengan salah satu garis tinggi tersebut dengan tombol *Parralel Line*.



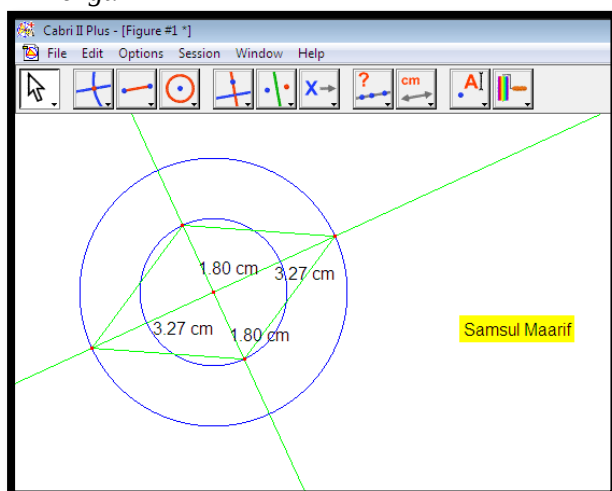
6. Dari gambar diatas segitiga BPQ kongruen dengan segitiga BPE sehingga PE (jarak P ke BC) = BG. Dari konsep kesejajaran DP (jarak P ke AC) = FG, sehingga $PE + DP = FG + BG = FB$ (Selalu sama dimanapun titik P berada).

4. Menggunakan Cabri untuk Membantu Siswa Mengembangkan Kemampuan Koneksi Matematis

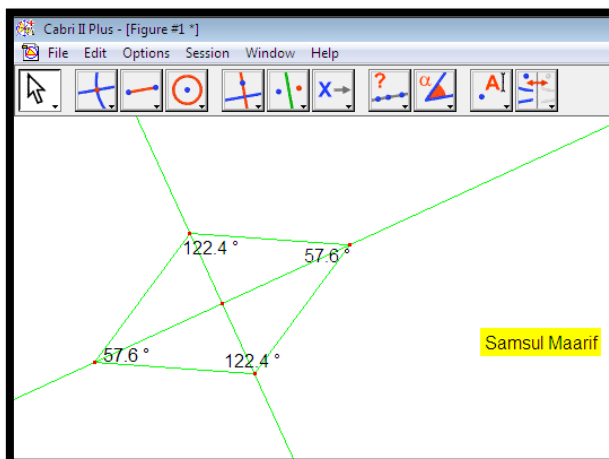
Pada kegiatan ini siswa diminta mengeksplorasi masalah terbuka kemudian mengenali sifat yang digunakan dalam konstruksi mereka yang sesuai dengan hipotesis "nyata" yang mereka duga dan karenanya jaminan sifat ditemukan. Selanjutnya siswa diminta diminta untuk meninjau proses konstruksi, menjelaskan prosedur mereka, kami membantu mereka menangkap semua kondisi dalam masalah terbuka, menyadari apakah mereka memiliki dikenakan sifat tambahan atau pembatasan, dan memahami ketergantungan hubungan terlibat dan, oleh karena itu, logika di balik pernyataan dari bentuk jika ... kemudian ...

Seperti contoh: terdapat pernyataan "Dalam sebuah segiempat, jika diagonalnya membagi diagonal lainnya, maka segiempat merupakan jajar genjang ". Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Siswa disuruh membuat dua buah garis yang tegak lurus dengan tombol *line* => *Perpendicular bisector* => buat lingkaran dengan pusat pada perpotongan garis tersebut dan jari2 pada masing-masing garis dengan tombol *Circle* => tentukan titik potong masing-masing lingkaran dengan masing-masing garis dengan tombol *intersection point* => buat segmen dari titik potong tersebut dengan tombol *Segment* => Hitung jarak dari titik potong garis yang tegak lurus dengan masing-masing titik potong lingkaran dengan masing-masing garis dengan tombol *Distance and Lengt.*



2. Bangun geometri yang terbentuk adalah sebuah jajaran genjang sehingga dapat disimpulkan “Dalam sebuah segiempat, jika diagonalnya membagi diagonal lainnya, maka segiempat merupakan jajar genjang”.



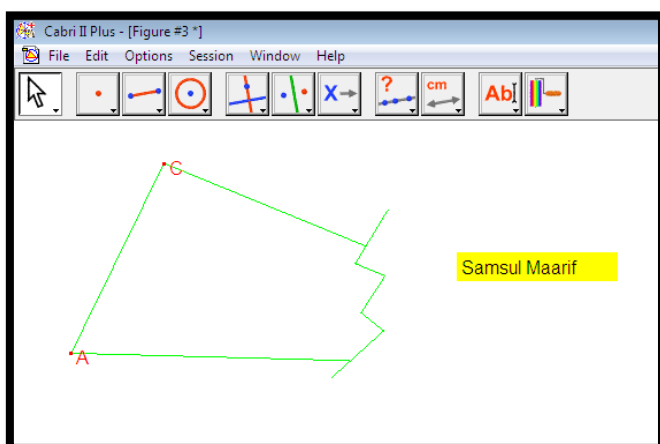
5. Menggunakan Cabri Geometri untuk Manegembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

Salah satu *Software* yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika khususnya geometri adalah *Cabry II Plus* yang bisa digunakan secara interaktif untuk pemelajaran geometri dan bisa digunakan oleh guru maupun siswa (*cabrilog*). Beberapa hal yang dapat digunakan oleh *Cabry II Plus* plus adalah mengkonstruksi gambar sama seperti apa yang bisa dilakukan oleh penggaris, pensil, jangka, dan lain-lain sehingga hasilnya bisa lebih akurat, dapat dimanipulasi dengan mudah hanya dengan mengklik tool yang ada aplikasi tombolnya.

Dengan *Cabry II Plus* siswa dapat mengeksplorasi sebuah sistem aksiomatik geometri mulai dari menentukan konjektur hingga dapat membuktikan konjektur-konjektur yang telah di buat. Sealin itu, dengan menggunakan *Cabry II Plus* siswa dapat menntukan sifat-sifat dari bangun geometri karena dalam *software* keakuratan sangat tinggi.

Cabri geometri II Plus juga dapat digunakan sebagai alat bantu untuk pemecahan masalah geometri. Dengan Cabri geometri II Plus siswa mengkonstruksikan sebuah permasalahan yang diberikan dan mengeksplorasi sehingga menemukan dugaan-dugaan sehingga siswa dapat menemukan penyelesaian dari masalah yang telah diberikan.

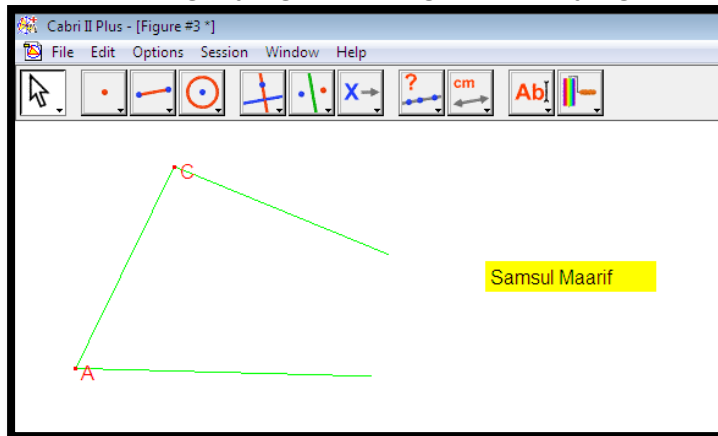
Sebagai contoh: Diketahui sebuah bangun geometri yang berbentuk segitiga ABC, salah satu pojok dari segitiga tersebut dipotong sehingga tampak seperti gambar di bawah ini:



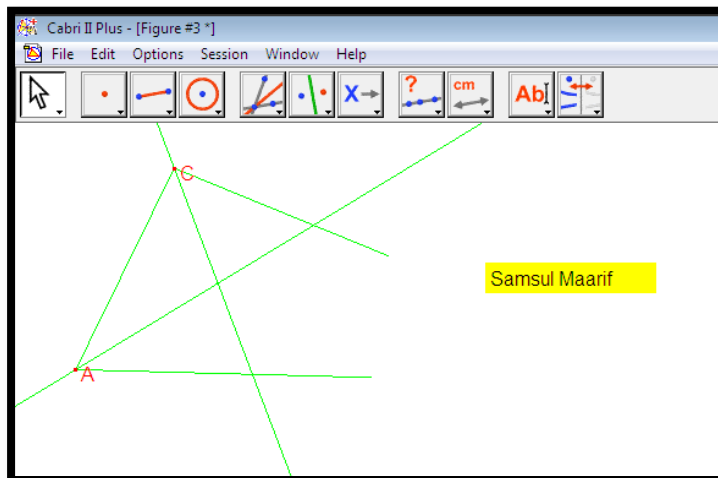
Dengan tanpa memperpanjang garis yang melalui titik A dan B buatlah garis bagi sudut B!

Dengan menggunakan cabri geometri II plus kita dapat mengkonstruksi garis bagi sudut B dengan langkah-langkah sebagai berikut:

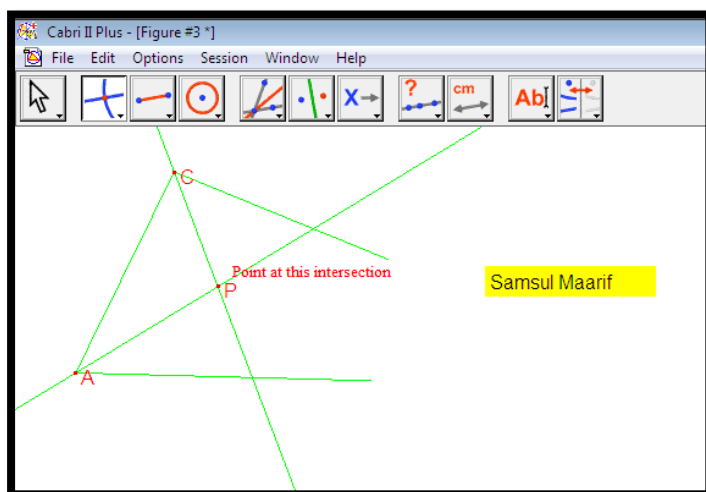
1. Buatlah bangun yang sesuai dengan masalah yang ada dengan tombol *segment*.



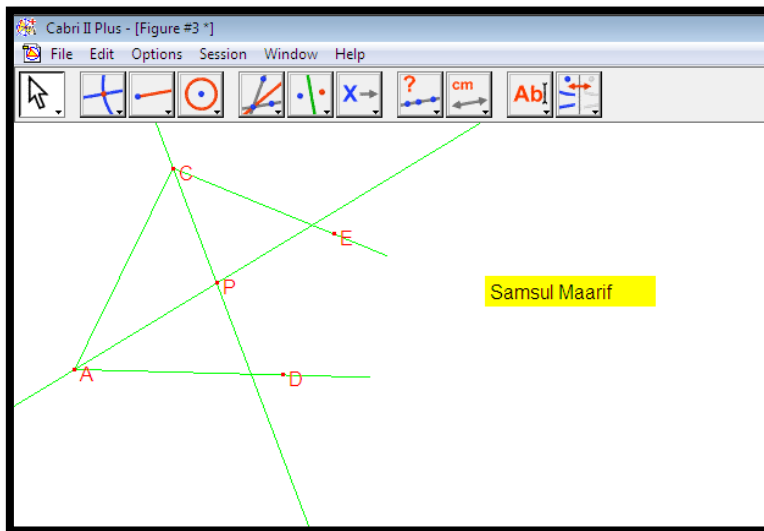
2. Kemudian, Buatlah garis bagi sudut A dan sudut C dengan tombol *angle bisector*



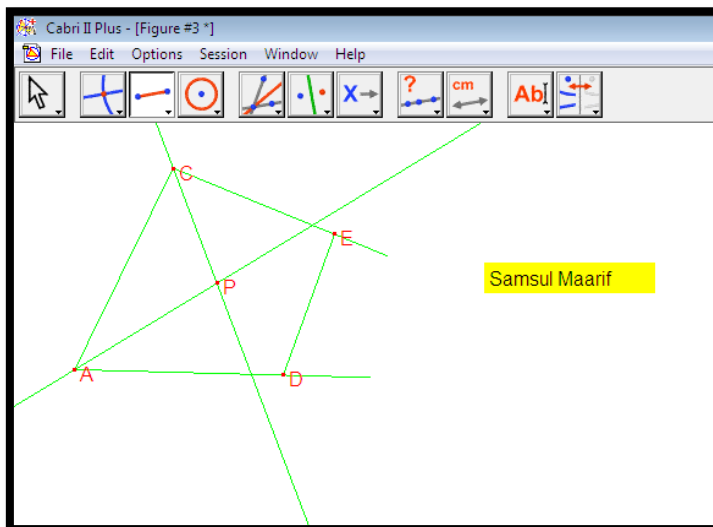
3. Tentukan titik potong dari kedua garis tersebut dengan menggunakan tombol *intersection point* beri nama titik tersebut titik P



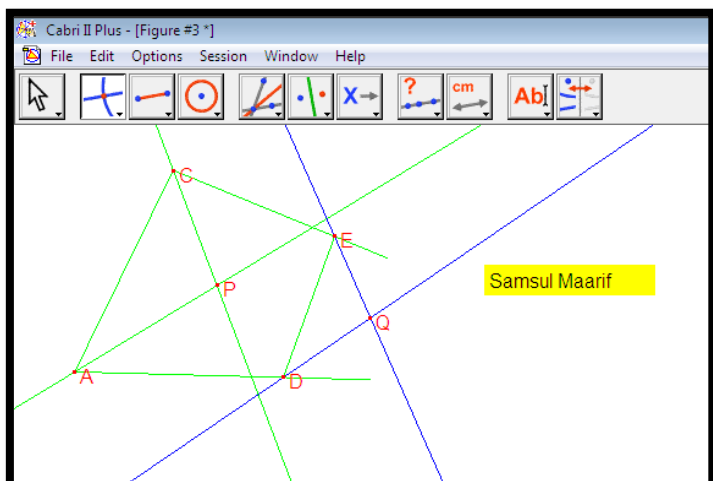
4. Berikutnya tentukan sembarang titik pada segmen yg melalui A dan segmen yang melalui C masing beri label D dan E dengan tombol *point*



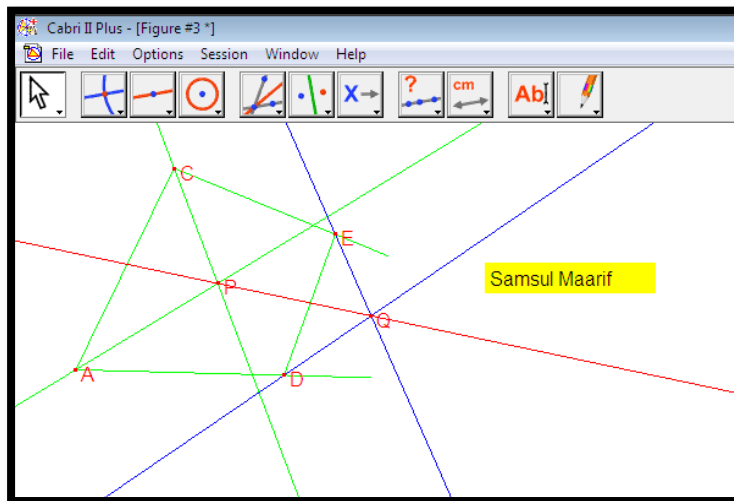
5. Selanjutnya buatlah segmen DE dengan tombol *segment*



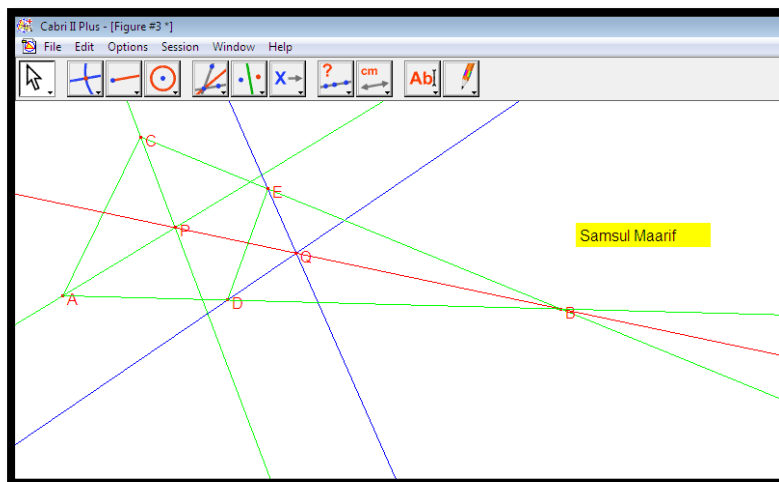
6. Langkah selanjutnya buatlah garis bagi pada sudut D dan E dengan tombol *angle bisector*, kemudian tentukan titik potongnya beri label Q



7. Kemudian buatlah garis yang melalui titik P dan Q dengan tombol *line*



8. Garis tersebut adalah garis bagi sudut B yang hilang untuk membuktikannya dengan menggunakan tombol *ray* buat garis yang melalui titik A dan D dan melalui titik C dan E, maka perpanjangan garis tersebut akan tepat berpotongan di garis yang telah dibuat yaitu di titik B.



6. Kesimpulan

Dengan segala kelebihan dari aplikasi *software Cabri Geometry II Plus* maka dapat disimpulkan:

1. Pembelajaran geometri dengan aplikasi *software Cabri Geometry* dapat diterapkan dalam pembelajaran karena memiliki ketelitian sehingga siswa dengan mudah mengeksplorasi mengembangkan kemampuan matematis.
2. Kemampuan matematis seperti kemampuan pembuktian matematis, kemampuan penalaran matematis, kemampuan penalaran matematis dan kemampuan pemecahan masalah matematis dapat dikembangkan dengan permasalahan yang menarik dengan bantuan *software Cabri Geometry*, siswa dapat mengembangkan kemampuan tersebut.
3. Pembelajaran dengan aplikasi *software Cabri Geometry* sangat cocok dilakukan pada siswa SMP untuk mengeksplorasi kemampuan matematis tingkat tinggi seperti *software Cabri Geometry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Suherman, E. (2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: JICA
- Sunardi. (2007). *Hubungan Tingkat Penalaran Formal dan Tingkat Perkembangan Konsep Geometri Siswa*. Jurnal Ilmu Pendidikan. Jakarta: LPTK dan ISPI
- Nurhasanah, F. (2010). *Abstraksi Siswa SMP dalam Belajar Geometri melalui Penerapan Model Van Hiele dan Geometer's Sketchpad (Junior High School Students' Abstraction in Learning Geometry Through Van Hiele's Model and Geometer's Sketchpad)*. Tesis SPS UPI Bandung: Tidak Diterbitkan
- Purniati. (2009). *Pembelajaran Geometri Berdasarkan Tahapan Van Hiele dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa SLTP*. Tesis SPs UPI Bandung: Tidak Dipublikasikan
- Patsiomitou, S. 2008. *Do geometrical constructions affect students algebraic expressions?*. [http://www.academia.edu/3515517/Patsiomitou S. 2008 Do geometrical constructions affect students algebraic expressions](http://www.academia.edu/3515517/Patsiomitou_S._2008_Do_geometrical_constructions_affect_students_algebraic_expressions) (Diakses 23 Maret 2012]
- Siregar, N. (2009). *Studi Perbandingan Kemampuan Penalaran Matematik Siswa Madrasah Tsanawiyah Kelas yang belajar geometri Berbantuan Geometer's Sketchpad dengan Siswa yang Belajar tanpa Geometer's Sketchpad*. Tesis pada SPs UPI Bandung: Tidak Dipublikasikan
- Mariotti, M.A.: 2006, 'Proof and Proving in Mathematics Education', in A. Gutiérrez and P. Boero (eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education*, Sense Publishers, Rotterdam, The Netherlands.

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PACE DALAM MENINGKATKAN *ADVANCED MATHEMATICAL THINKING*

Andri Suryana

**Universitas Indraprasta PGRI Jakarta
andri_16061983@yahoo.com**

ABSTRAK

Pada level perguruan tinggi, terjadi perubahan dari *Elementer Mathematical Thinking* ke *Advanced Mathematical Thinking* yang melibatkan suatu transisi yang signifikan, yaitu dari mendeskripsikan ke mendefinisikan dan dari meyakinkan ke membuktikan secara logika berdasarkan pada suatu definisi. Proses peralihan tersebut merupakan suatu masalah bagi mahasiswa. Oleh karena itu, mahasiswa membutuhkan *Advanced Mathematical Thinking*. *Advanced Mathematical Thinking* meliputi kemampuan representasi matematis, kemampuan abstraksi matematis, kemampuan berpikir kreatif, serta kemampuan pembuktian matematis. Saat ini, *Advanced Mathematical Thinking* belum tampak dalam diri mahasiswa. Mereka belum dapat mendayagunakan segala kemampuannya dalam berpikir matematis sehingga mereka cenderung menyerah ketika mengerjakan tugas yang sulit. Salah satu model untuk dapat meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* adalah Model PACE. Model PACE merupakan salah satu model pembelajaran berlandaskan konstruktivisme yang memiliki tahap/fase: Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*). Model tersebut penting untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika, karena dapat membuat mahasiswa jauh lebih terlibat secara aktif dalam pembelajaran sehingga dapat meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*.

Kata Kunci: *Advanced Mathematical Thinking*, Model Pembelajaran PACE

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Materi matematika untuk level perguruan tinggi sulit untuk dipelajari karena materi yang disajikan lebih bersifat abstrak. Dalam mempelajari matematika, mahasiswa membutuhkan kemampuan-kemampuan matematis, diantaranya adalah kemampuan representasi, abstraksi, berpikir kreatif, dan pembuktian. Kemampuan representasi dapat membantu mahasiswa dalam memahami, mengkomunikasikan, dan mengkoneksikan konsep matematika (Hudiono, 2005). Akan tetapi, kemampuan representasi matematis mahasiswa sangat terbatas (NCTM, 2000).

Kemampuan abstraksi matematis berguna dalam memaknai konsep matematika yang bersifat abstrak. Kemampuan abstraksi matematis dan representasi matematis memiliki kaitan yang erat. Menurut Dreyfus (dalam Tall, 1991), proses representasi dan abstraksi adalah dua proses berlawanan yang saling melengkapi. Di satu sisi, sebuah konsep seringkali diabstraksikan dari beberapa bentuk representasinya, dan di sisi lain, bentuk representasi merupakan ungkapan dari beberapa konsep yang lebih abstrak. Namun menurut Ferrari (2003), abstraksi dapat menjadi salah satu penyebab kegagalan proses pembelajaran matematika.

Dalam pembelajaran matematika, mahasiswa dituntut untuk peka terhadap situasi yang sedang dihadapi. Kondisi seperti ini akan memunculkan kemampuan berpikir kreatif matematis. Berpikir kreatif nampak dalam bentuk kemampuan untuk menemukan hubungan-hubungan yang baru serta memandang sesuatu dari sudut pandang yang berbeda dari yang biasa (Evans, 1999). Akan tetapi menurut hasil penelitian Mettes (1979), mahasiswa hanya mencontoh dan mencatat bagaimana cara menyelesaikan soal yang telah dikerjakan oleh dosen.

Belajar matematika tidak lepas dari belajar pembuktian. Jastifikasi atau pembuktian merupakan proses bermatematika yang dipandang sulit (Suryadi, 2007). Kesulitan mahasiswa dalam menyusun bukti disebabkan oleh: (1) mahasiswa tidak memahami dan tidak dapat menyatakan definisi; (2) mahasiswa mempunyai keterbatasan intuisi yang terkait dengan konsep; (3) gambaran konsep yang dimiliki oleh mahasiswa tidak memadai untuk menyusun suatu pembuktian; (4) mahasiswa tidak mampu, atau tidak mempunyai kemauan membangun suatu contoh sendiri untuk memperjelas pembuktian; (5) mahasiswa tidak tahu bagaimana memanfaatkan definisi untuk menyusun bukti lengkap; (6) mahasiswa tidak memahami penggunaan bahasa dan notasi matematis; serta (7) mahasiswa tidak tahu cara mengawali pembuktian (Moore dalam Van Spronsen, 2008).

Kemampuan-kemampuan matematis seperti representasi, abstraksi, menghubungkan representasi dan abstraksi, berpikir kreatif, serta pembuktian termasuk ke dalam *Advanced Mathematical Thinking* (Sumarmo, 2011). Salah satu mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika yang membutuhkan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* adalah Statistika Matematika. Statistika Matematika merupakan salah satu mata kuliah yang memiliki karakteristik: (1) materi bersifat abstrak; (2) menekankan pada aspek penalaran deduktif; serta (3) memerlukan pemahaman secara analitik.

Statistik Matematika merupakan mata kuliah yang dianggap sulit oleh mahasiswa. Mereka kesulitan dalam mempelajari materi (Marron, 1999) dan mengaplikasikan teknik matematika dalam bidang statistika (Petocz & Smith, 2007). Dalam mempelajari mata kuliah tersebut, mahasiswa mengalami kelemahan dalam proses pembuktian matematis (Petocz & Smith, 2007).

Untuk meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* dalam Mata Kuliah Statistika Matematika, maka diperlukan upaya yang sungguh-sungguh oleh dosen untuk mengelola pembelajaran dengan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk secara aktif terlibat dalam pengkajian materi dan dapat mengkonstruksi konsep-konsep dengan kemampuan sendiri. Salah satu model yang menganut teori belajar konstruktivisme yang menekankan keterlibatan aktif mahasiswa adalah pembelajaran Model *PACE*. Model *PACE* dikembangkan oleh Lee (1999) yang merupakan singkatan dari Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*). Mahasiswa yang diajarkan oleh Model *PACE* jauh lebih terlibat dalam pembelajaran aktif melalui kerja kelompok dan diskusi kelas (Lee, 1999). Dikarenakan pentingnya hal tersebut dalam pembelajaran matematika, maka akan dikaji lebih jauh secara teoritis mengenai penerapan Model *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*.

1.2. Permasalahan

Adapun permasalahannya adalah “bagaimanakah penerapan Model Pembelajaran *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*?”.

1.3. Urgensi Masalah

Tall (1991) menyatakan pentingnya *Advanced Mathematical Thinking* dalam pembelajaran matematika pada level perguruan tinggi. Pada level tersebut terjadi perubahan dari *Elementer Mathematical Thinking* ke *Advanced Mathematical Thinking* yang melibatkan suatu transisi yang signifikan. Proses peralihan tersebut merupakan suatu masalah bagi mahasiswa. Oleh karena itu, mahasiswa membutuhkan *Advanced Mathematical Thinking*.

Saat ini, *Advanced Mathematical Thinking* belum tampak dalam diri mahasiswa ketika mempelajari Mata Kuliah Statistika Matematika. Mereka belum dapat mendayagunakan atau mengoptimalkan seluruh kemampuan matematisnya dalam belajar sehingga mereka cenderung menyerah ketika mengerjakan tugas. Salah satu model untuk meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* adalah Model *PACE*. Model *PACE* penting untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika, karena model tersebut dapat membuat mahasiswa jauh lebih terlibat dalam pembelajaran aktif melalui kerja kelompok. Melalui kajian mengenai penerapan model pembelajaran *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*, diharapkan dapat menjadi suatu referensi serta wacana bagi para praktisi pendidikan matematika dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih efektif dan efisien agar hasil belajar matematika menjadi lebih baik.

2. Pembahasan

2.1. *Advanced Mathematical Thinking*

Advanced Mathematical Thinking berkaitan dengan pengenalan definisi formal dan deduksi logis (Tall, 1991). Pembelajaran matematika di perguruan tinggi mengalami transisi menuju ke *Advanced Mathematical Thinking*. Hasil penelitian Hong dkk (2009) menunjukkan bahwa guru matematika lebih cenderung pada dunia simbol sedangkan dosen lebih cenderung pada dunia formal. Guru lebih cenderung pada gaya prosedural sedangkan dosen lebih cenderung pada gaya formal. *Advanced Mathematical Thinking* merupakan kemampuan yang meliputi representasi, abstraksi, menghubungkan representasi dan abstraksi, berpikir kreatif matematis, dan pembuktian matematis (Sumarmo, 2011). Berikut ini diuraikan mengenai komponen *Advanced Mathematical Thinking*, yaitu:

2.1.1 Kemampuan Representasi Matematis

Cai, Lane dan Jakabcsin (Suparlan, 2005) menyatakan bahwa representasi merupakan cara yang digunakan seseorang untuk mengemukakan jawaban atau gagasan matematis yang bersangkutan. Mudzakir (2006) dalam penelitiannya mengelompokkan representasi matematis ke dalam tiga ragam representasi yang utama, yaitu: 1) representasi visual berupa diagram, grafik, atau tabel, dan gambar; 2) persamaan atau ekspresi matematika; serta 3) kata-kata atau teks tertulis. Adapun kemampuan representasi matematis dalam kajian ini merupakan penggambaran, pengungkapan atau pemodelan dari ide, gagasan atau konsep matematis dalam bentuk visual; persamaan atau ekspresi matematika; serta kata-kata atau teks tertulis. Berikut ini merupakan contoh soal yang membutuhkan kemampuan representasi matematis:

- 1) Gambarkanlah dalam diagram venn dari $A \cup B - A \cap B$.
- 2) Diketahui : $f \ x, y = \begin{cases} 1, & 0 \leq x, y \leq 1 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$. Tentukanlah $P \ \frac{1}{2} \leq X + Y \leq \frac{3}{2}$.

2.1.2 Kemampuan Abstraksi Matematis

Beberapa pakar dalam pendidikan matematika mengartikan abstraksi sebagai proses generalisasi dan dekontekstualisasi (Ferrari, 2003). Tall (1991) berpendapat bahwa abstraksi adalah proses penggambaran situasi tertentu ke dalam suatu konsep yang dapat dipikirkan (*thinkable concept*) melalui sebuah konstruksi.

Nurhasanah (2010) menjelaskan bahwa indikasi terjadinya proses abstraksi dalam belajar dapat dicermati dari aktivitas: a) mengidentifikasi karakteristik objek melalui pengamatan langsung; b) mengidentifikasi karakteristik objek yang dimanipulasikan atau diimajinasikan; c) membuat generalisasi; d) merepresentasikan gagasan matematika dalam simbol-simbol matematika; e) melepaskan sifat-sifat kebendaan dari sebuah objek atau melakukan idealisasi; f) membuat hubungan antar proses atau konsep untuk membentuk suatu pengertian baru; g) mengaplikasikan konsep pada konteks yang sesuai; serta h) melakukan manipulasi objek matematis yang abstrak. Adapun kemampuan abstraksi matematis dalam kajian ini merupakan kemampuan menggeneralisasi dan membuat hubungan antar konsep untuk membentuk suatu pengertian baru. Berikut ini merupakan contoh soal yang membutuhkan kemampuan abstraksi matematis:

- 1) Diketahui $P \ A_1 \cap A_2 = P \ A_1 \ P \ A_2 | A_1$. Apabila diperumum untuk irisan n kejadian, maka tentukanlah $P \ A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n$.
- 2) Tentukanlah peluang sekurang-kurangnya sisi gambar muncul sekali jika sebuah koin dilemparkan n kali berturut-turut.

2.1.3 Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis

Menurut Harris (2000), terdapat tiga aspek kemampuan berpikir kreatif, yaitu kesuksesan, efisiensi, dan koherensi. Selain itu, Munandar (1999) mengatakan bahwa berpikir kreatif (juga disebut berpikir divergen) ialah aktivitas berpikir dalam memberikan macam-macam kemungkinan

jawaban berdasarkan informasi yang diberikan dengan penekanan pada keragaman jumlah dan kesesuaian.

Berpikir kreatif sesungguhnya adalah suatu kemampuan berpikir yang berawal dari adanya kepekaan terhadap situasi yang sedang dihadapi. Situasi itu terlihat atau teridentifikasi adanya masalah yang ingin diselesaikan (Sabandar, 2008). Kepekaan berpikir kreatif dapat diukur dengan indikator-indikator yang telah ditentukan para ahli, salah satunya adalah Guilford.

Menurut Guilford (Munandar, 1999), terdapat lima indikator berpikir kreatif, yaitu: a) kepekaan (*problem sensitivity*); b) kelancaran (*fluency*); c) keluwesan (*flexibility*); d) keaslian (*originality*), serta e) elaborasi (*elaboration*). Adapun kemampuan berpikir kreatif dalam kajian ini adalah kemampuan untuk menghasilkan banyak gagasan; mengemukakan bermacam-macam pendekatan terhadap masalah; mencetuskan gagasan dengan cara-cara yang asli yang jarang diberikan kebanyakan orang; serta merinci permasalahan untuk memperoleh solusi. Berikut ini merupakan contoh soal yang membutuhkan kemampuan berpikir kreatif matematis:

- 1) Tentukanlah percobaan-percobaan yang banyak anggota ruang sampelnya 16.
- 2) Carilah himpunan P , Q , dan R , serta tentukanlah himpunan dari $(P - Q) - R$ dan $(P - R) \cup (Q \cap R)$.

2.1.4 Kemampuan Pembuktian Matematis

Menurut Van Spronsen (2008), ada delapan peranan pembuktian dalam matematika yaitu: verifikasi (*verification*), penjelasan (*explanation*), sistematisasi (*systematization*), penemuan (*discovery or invention*), komunikasi (*communication*), eksplorasi (*exploration*), konstruksi (*contruction*), dan penyatuan (*incorporation*). Peranan yang paling dominan dari pembuktian dalam praktik bermatematika adalah verifikasi atau justifikasi.

Menurut Sumarmo (2011), terdapat dua kemampuan dalam pembuktian matematis, yaitu: 1) kemampuan membaca bukti, yaitu kemampuan menemukan kebenaran dan/atau kesalahan dari suatu pembuktian serta kemampuan memberikan alasan setiap langkah pembuktian; dan 2) kemampuan mengkonstruksi bukti, yaitu kemampuan menyusun suatu bukti pernyataan matematika berdasarkan definisi, prinsip, dan teorema serta menuliskannya dalam bentuk pembuktian lengkap (pembuktian langsung atau tak langsung). Adapun kemampuan pembuktian matematis dalam kajian ini merupakan kemampuan membaca bukti dan mengkonstruksi bukti matematis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berikut ini merupakan contoh soal yang membutuhkan kemampuan pembuktian matematis:

- 1) Buktikanlah dengan menggunakan konsep keanggotaan bahwa

$$A - B \cup B - A = A \cup B - A \cap B .$$

- 2) Perhatikanlah bukti berikut ini.

Misalkan X adalah distribusi geometrik dengan parameter p , maka menurut definisi nilai harapan dari X , notasikan $E X$ adalah

$$E X = \sum_{i=1}^{\infty} np (1-p)^{i-1}$$

$$\begin{aligned}
&= p \sum_{i=1}^{\infty} nq^{n-1}, q=1-p \\
&= p \sum_{i=1}^{\infty} \frac{d}{dq} q^n \\
&= p \frac{d}{dq} \sum_{i=1}^n q^n \\
&= p \frac{d}{dq} \left(\frac{q}{1-q} \right) \\
&= \frac{p}{1-q}^2 \\
&= \frac{1}{p}
\end{aligned}$$

Berikanlah penjelasan dari tiap langkah bukti tersebut.

2.2. Model Pembelajaran *PACE*

Model *PACE* merupakan salah satu model yang menganut teori belajar konstruktivisme yang dikembangkan oleh Lee (1999) untuk pembelajaran statistika. *PACE* merupakan singkatan dari Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*). Model *PACE* didasarkan pada prinsip-prinsip: (1) mengutamakan pengkonstruksian pengetahuan sendiri melalui bimbingan, (2) praktik dan umpan balik merupakan unsur penting dalam mempertahankan konsep-konsep baru, serta (3) mengutamakan pembelajaran aktif dalam memecahkan suatu masalah.

Proyek merupakan komponen penting dari Model *PACE*. Laviatan (2008) mengatakan bahwa proyek merupakan bentuk pembelajaran yang inovatif yang menekankan pada kegiatan kompleks dengan tujuan pemecahan masalah yang berdasarkan pada kegiatan inkuiri. Proyek dilakukan dalam bentuk kelompok. Mereka dapat memilih sendiri topik yang dianggap menarik. Mereka diminta untuk mencari solusi/penyelesaian dari permasalahan yang dipilihnya, baik yang berasal dari kejadian dalam kehidupan nyata ataupun dari jurnal yang berkaitan dengan topik. Mereka diharuskan membuat laporan dari proyek yang dikerjakan.

Aktivitas dalam Model *PACE* bertujuan untuk mengenalkan mahasiswa terhadap informasi atau konsep-konsep yang baru. Hal ini dilakukan dengan memberikan tugas dalam bentuk Lembar Kerja Tugas (LKT) yang merupakan salah satu bentuk dari Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) untuk mempelajari materi. LKT didesain untuk mengungkap kemampuan *Advanced Mathematical Thinking*. Adapun peranannya sebagai panduan mahasiswa dalam mempelajari materi dan mengerjakan soal-soal. Melalui LKT, mahasiswa diberikan kesempatan untuk menemukan sendiri konsep yang akan dipelajari.

Pembelajaran kooperatif dalam Model *PACE* dilaksanakan di kelas. Pada pembelajaran tersebut, mahasiswa bekerja di dalam kelompok dan harus mendiskusikan solusi dari permasalahan dalam Lembar Kerja Diskusi (LKD). LKD merupakan bentuk dari Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) untuk mempelajari materi selain LKT. LKD didesain untuk mengungkap kemampuan *Advanced Mathematical Thinking*. Melalui LKD, mahasiswa berkesempatan untuk mengemukakan temuan-temuan yang diperoleh pada saat diskusi. Selama diskusi, terjadi pertukaran informasi yang saling melengkapi sehingga mahasiswa mempunyai pemahaman yang benar terhadap suatu konsep.

Latihan dalam Model *PACE* bertujuan untuk memperkuat konsep-konsep yang telah dikonstruksi pada tahap aktivitas dan pembelajaran kooperatif dalam bentuk penyelesaian soal-soal. Latihan ini diberikan kepada mahasiswa berupa tugas tambahan agar penguasaan terhadap materi lebih baik lagi. Tahap latihan berkaitan dengan refleksi seperti dalam Polya pada langkah ke-4 nya, yaitu memeriksa kembali hasil dan proses (Polya, 1981:16).

Berdasarkan penjelasan di atas, Model *PACE* dalam Mata Kuliah Statistika Matematika dapat dimaknai sebagai salah satu model pembelajaran berlandaskan konstruktivisme yang memiliki tahap/fase: Proyek (*Project*), Aktivitas (*Activity*), Pembelajaran kooperatif (*Cooperative Learning*) dan Latihan (*Exercise*) dengan menggunakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dalam proses pembelajarannya.

2.3. Penerapan Model *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*

Penerapan Model *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* terlihat dari langkah-langkah pembelajarannya, yaitu:

- 1) Dosen memilah mahasiswa ke dalam kelompok beranggotakan 3 sampai dengan 4 orang dengan tingkat kemampuan yang heterogen.
- 2) Dalam tahap aktivitas, dosen mengecek LKT (Lembar Kerja Tugas) mahasiswa apakah dikerjakan di rumah atau tidak sebelum perkuliahan. Selanjutnya, dosen bertanya kepada mahasiswa mengenai konsep yang akan dibahas dalam rangka meningkatkan pemahaman materi dan memberikan bimbingan jika terjadi miskonsepsi. Dalam tahap ini, kemampuan yang diungkap adalah kemampuan representasi, berpikir kreatif, dan pembuktian matematis. Sebagai contoh dalam materi Teori Himpunan berikut ini.

Uraikanlah definisi dari himpunan-himpunan berikut ini.

- a) $A \cup B =$
- b) $A \cap B =$
- c) $A - B =$
- d) $A^c =$
- e) $A \times B =$
- f) Sajikanlah contoh dari $A \cup B$, $A \cap B$, $A - B$, A^c , dan $A \times B$ serta gambarkanlah dalam diagram venn.
- g) Gambarkanlah dalam diagram venn dari $A \cup B - A \cap B$.

Berdasarkan soal tersebut, terlihat bahwa mahasiswa dituntut untuk melengkapi sebagai sarana untuk mengenalkan mereka terhadap informasi atau konsep-konsep yang baru. Untuk bagian *f* dan *g*, mahasiswa diminta berpikir kreatif dalam memberikan contoh dan membuat representasi dalam bentuk visual yang dikemas dalam bentuk LKT.

- 3) Dalam tahap pembelajaran kooperatif, dosen memberikan LKD (Lembar Kerja Diskusi) ke setiap kelompok terkait dengan materi yang dibahas. Ini merupakan kelanjutan dari LKT dan memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Dalam tahap ini, kemampuan yang diungkap adalah kemampuan representasi, abstraksi, berpikir kreatif, dan pembuktian matematis. Sebagai contoh dalam materi Teori Himpunan berikut ini.

- a) Misalkan A adalah suatu himpunan dimensi 1 dan misalkan pula $Q A = \int_A f x \, dx$ dengan $f x = 1$, $0 \leq x \leq 1$ dan $Q A$ terdefinisi. Jika A diperluas menjadi n dimensi, tentukanlah $Q A$.
- b) Buktikanlah dengan menggunakan konsep keanggotaan bahwa:
 $A \cup C = B \cup C$ dan $A \cap C = B \cap C$, maka $A = B$.

Berdasarkan soal tersebut, terlihat bahwa mahasiswa dituntut untuk mengembangkan kemampuan abstraksi dan pembuktian. Mahasiswa diminta untuk mendiskusikan soal tersebut dalam LKD agar diperoleh penyelesaian/solusi. Pada tahap ini pula, mahasiswa berkesempatan untuk mengemukakan temuan-temuan yang diperoleh pada saat diskusi agar terjadi pertukaran informasi sehingga terbentuk pemahaman yang benar terhadap suatu konsep.

- 4) Dalam tahap latihan, dosen memberikan tugas tambahan untuk memperkuat konsep-konsep yang telah dikonstruksi pada tahap aktivitas dan pembelajaran kooperatif dalam bentuk penyelesaian soal-soal. Dalam tahap ini, kemampuan yang diungkap adalah kemampuan

representasi, abstraksi, berpikir kreatif, dan pembuktian matematis. Melalui tahap ini, mahasiswa diminta mencoba berbagai tipe soal agar memperkuat konsep dengan menerapkan konsep yang telah dikonstruksinya pada tahap sebelumnya.

- 5) Pada tahap proyek, dosen memberikan tugas proyek kepada mahasiswa yang dikerjakan dalam bentuk kelompok. Mahasiswa dapat memilih sendiri topik yang dianggap menarik sesuai dengan materi. Mereka diminta untuk mencari solusi/penyelesaian dari permasalahan yang dipilihnya, baik yang berasal dari kejadian dalam kehidupan nyata, literatur, ataupun dari jurnal yang berkaitan dengan topik. Mereka diharuskan membuat laporan dari proyek yang dikerjakan dan dikumpulkan pada waktu tertentu sesuai dengan kesepakatan antara dosen dan mahasiswa.

Selain tahapan-tahapan di atas, penerapan Model *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* dapat dilihat dari sudut pandang Mata Kuliah Statistika Matematika. Petocz & Smith (2007) mengatakan bahwa untuk mengatasi kesulitan dalam mempelajari Mata Kuliah Statistika Matematika, diperlukan lembar kerja. Hal ini sesuai dengan Model *PACE* yang menggunakan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking*. Berdasarkan tahap-tahapan dan pendapat ahli di atas, terlihat secara teori bahwa Model *PACE* dapat diterapkan untuk meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* dalam Mata Kuliah Statistika Matematika.

3. Penutup

3.1. Simpulan

Belajar matematika untuk level perguruan tinggi (Mata Kuliah Statistika Matematika) tidaklah mudah, dibutuhkan wawasan matematika yang luas untuk memiliki kemampuan dalam hal merepresentasi, mengabstraksi, berpikir kreatif serta pembuktian matematis yang tercakup dalam *Advanced Mathematical Thinking*. Melalui Model *PACE* (*Project, Activity, Cooperative Learning, Exercise*) yang menganut teori belajar konstruktivisme diharapkan dapat meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* dalam Mata Kuliah Statistika Matematika.

3.2. Saran

Karena ini merupakan suatu kajian teoritis, disarankan untuk melakukan penelitian di lapangan mengenai penerapan model pembelajaran *PACE* dalam meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* agar ditemukan kesesuaian antara teoritis dan praktis.

3.3. Rekomendasi

Melalui kajian ini, dosen pengampu mata kuliah Statistika Matematika direkomendasikan untuk mencoba menerapkan model pembelajaran *PACE* untuk meningkatkan *Advanced Mathematical Thinking* mahasiswa dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran agar lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, J.R. (1999). *Creative Thinking*. United State of America: Prentice Hall, Inc.
- Ferrari, Pier L. (2003). *Abstraction in Mathematics*. Dipartimento di science etecnologie Avanzate, universita delp Piemonte Orientale, corso T. borsalino 54, 15100 alessandria AL. Italy: The Royal Society.
- Harris, R. (2000). *Criteria for Evaluating a Creative Solution*. [Online]. Tersedia: <http://www.virtualsalt.com/creative/html>. [20 Juni 2012]

- Hong, Y. dkk. (2009). *Modelling the Transition from Secondary to Tertiary Mathematics Education: Teacher and Lecturer Perspectives*. New Zealand: Auckland University of Technology.
- Hudiono, B. (2005). *Peran Pembelajaran Diskursus Multi Representasi terhadap Pengembangan Kemampuan Matematik dan Daya Representasi pada Siswa SLTP*. Disertasi. PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Laviatan, T. (2008). *Innovative Teaching and Assessment Method: QBI and Project Based Learning*. Mathematics Education Research Journal, Vol 10, 2, 105-116.
- Lee, Carl (1999). *An Assesment of the PACE Strategy for an introduction statistics Course*. USA: Central Michigan University.
- Mettes, C.T.W. (1979). *Teaching and Learning Problem Solving in Science A General Strategy*. International Journal of Science Education, 57(3), 882-885.
- Marron, J.S. (1999). *Effective Writing in Mathematical Statistics*. Statistica Neerlandica, Vol. 53, nr. 1, pp. 68-75.
- Mudzakir, A. (2006). *Psikologi Pendidikan*. Bandung: Pustaka setia.
- Munandar, U. (1999). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineca Cipta.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standars for School Mathematics*. [Online]. Tersedia: http://krellinst.org/AiS/textbook/Manual/stand/NCTM_stand.html. [20 Juni 2012].
- Nurhasanah, F. (2010). *Abstraksi Siswa SMP dalam Belajar Geometri Melalui Penerapan Model van Hiele dan Geometers' Sketchpad*. Tesis. PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Petocz, P. & N. Smith (2007). *Materials for Learning Mathematical Statistics*. Sydney: University of Technology.
- Polya, G. (1981). *Mathematical Discovery : On Understanding, Learning, and Teaching Problem Solving*. New York : John Wiley Inc.
- Sabandar, J. (2008). *Berpikir Reflektif*. Makalah. Prodi Pendidikan Matematika SPS.UPI : Tidak diterbitkan.
- Suparlan, A. (2005). *Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Mengembangkan Kemampuan Pemahaman dan Representasi Matematik Siswa Sekolah Menengah Pertama*. Tesis. UPI: Tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U. (2011). *Advanced Mathematical Thinking dan Habit of Mind Mahasiswa (Bahan Kuliah)*. PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Suryadi, D. (2007). *Model Bahan Ajar Dan Kerangka-Kerja Pedagogis Matematika Untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi*. Laporan Penelitian: Tersedia di: <http://didi-suryadi.staf.upi.edu/artikel/>. Html [16 Maret 2012]
- Tall, D. (1991). *Advanced Mathematical Thinking*. Mathematics Education Library. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers Group.
- Van Spronsen, H. D. (2008). *Proof Processes of Novice Mathematics Proof Writers*. Disertasi. Missoula: Tidak dipublikasikan.

PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN *SELF EFFICACY* MAHASISWA MELALUI *BRAIN-BASED LEARNING* BERBANTUAN WEB

Nuriana Rachmani Dewi (Nino Adhi)

Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang
nurianaramadan@yahoo.com

ABSTRAK

Matematika adalah mata pelajaran yang diajarkan dari jenjang Sekolah Dasar (SD) sampai Perguruan Tinggi. Tujuan mempelajari matematika adalah untuk memberikan tekanan pada penataan nalar dan pembentukan sikap peserta didik serta juga memberi tekanan pada keterampilan dalam penerapan matematika. Pembelajaran matematika di perguruan tinggi bukan hanya menghafal atau menerapkan secara sederhana rumus matematika yang telah diketahui saja, namun memerlukan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi dan *self efficacy* yang akan bermanfaat untuk diri mahasiswa. Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi yang di dalamnya terdapat kemampuan komunikasi sangat diperlukan mahasiswa agar mahasiswa dapat menyelesaikan masalah matematika yang diberikan dengan mengilustrasikan ide matematika ke dalam model matematika. Sedangkan *self efficacy* seseorang akan mempengaruhi tindakan, upaya, ketekunan, fleksibilitas dalam perbedaan, dan realisasi dari tujuan, dari individu ini, sehingga *self efficacy* yang terkait dengan kemampuan seseorang seringkali menentukan *outcome* sebelum tindakan terjadi. *Brain- Based Learning* Berbantuan Web adalah suatu pembelajaran yang merupakan gabungan dari pembelajaran berbasis otak dan penggunaan *website* sebagai medianya. Dengan *brain-based learning*, kerja otak manusia dapat dioptimalkan sehingga kemampuan komunikasi matematis dan *self efficacy* mahasiswa diharapkan juga dapat berkembang secara optimal. Penggunaan *website* sangat membantu dalam pembelajaran. Web membuat pembelajaran dapat diakses kapan saja, di mana saja dan oleh siapa saja. Pendayagunaan komputer dan web dalam pembelajaran matematika juga sangat bermanfaat, bukan hanya sebagai alat dalam penyelesaian masalah-masalah matematika, tetapi juga memberikan bantuan tentang cara penyampaian materi matematika itu sendiri dengan cara-cara yang menarik, menantang dan memperhatikan perbedaan individual peserta didik. Selain itu dengan penyampaian masalah dengan menggunakan web dan komputer dapat lebih “hidup”, serta membantu peserta didik mengaitkan matematika dengan kehidupan sehari-hari.

Kata Kunci: komunikasi matematis, *self efficacy*, *brain-based learning* berbantuan web

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan UU No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pada Bab II Pasal 3 (Tim MGMP, 2005:2) dijelaskan, Pendidikan berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Dengan demikian, sekolah harus dapat menjadi tempat untuk mengembangkan potensi peserta didik secara optimal sehingga dapat bermanfaat dalam kehidupan bermasyarakat. Salah satu mata pelajaran yang diajarkan dari jenjang Sekolah Dasar (SD) sampai Perguruan Tinggi adalah matematika. Menurut Ruseffendi

(1990:9) matematika diajarkan di sekolah karena memang berguna; berguna untuk kepentingan matematika itu sendiri dan memecahkan persoalan dalam masyarakat.

Sebagai mata pelajaran yang mempunyai fungsi sebagai alat bantu (Ruseffendi, 1990:8), matematika dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari serta dapat juga digunakan untuk melayani berbagai disiplin ilmu, antara lain fisika, kimia dan ekonomi. Dengan mempelajari matematika peserta didik diharapkan dapat mempunyai kemampuan yang cukup handal untuk menghadapi berbagai macam masalah yang timbul di dalam kehidupan nyata. Tujuan mempelajari matematika adalah untuk memberikan tekanan pada penataan nalar dan pembentukan sikap peserta didik serta juga memberi tekanan pada keterampilan dalam penerapan matematika. Hal ini juga bersesuaian dengan pendapat Sumarmo (2005:1) yang menyatakan bahwa pada hakekatnya, visi pendidikan matematika mulai dari pendidikan dasar sampai ke pendidikan tinggi, memiliki dua arah pengembangan yaitu untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan masa datang. Visi pertama mengarahkan pembelajaran matematika untuk pemahaman konsep dan ide matematis yang kemudian diterapkan dalam menyelesaikan masalah rutin dan nonrutin, bernalar, berkomunikasi, serta menyusun koneksi matematis dan ilmu pengetahuan lainnya. Visi kedua dalam arti yang lebih luas dan mengarah ke masa depan, matematika memberikan kemampuan bernalar yang logis, sistematis, kritis dan cermat; mengembangkan kreativitas, kebiasaan bekerja keras dan mandiri, sifat jujur, berdisiplin, dan sikap sosial; menumbuhkan rasa percaya diri, rasa keindahan terhadap keteraturan sifat matematika; serta mengembangkan sikap obyektif dan terbuka yang sangat diperlukan dalam menghadapi masa depan yang selalu berubah.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa mempelajari matematika sangat bermanfaat untuk peserta didik. Namun demikian skor Indonesia dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) tahun 2011 menunjukkan penurunan jika dibandingkan tahun 2007. Untuk perempuan skor TIMSS tahun 2007 sebesar 399 kemudian mengalami penurunan menjadi 392 pada tahun 2011. Begitu pula untuk laki-laki, pada tahun 2007 memperoleh skor 395 kemudian mengalami penurunan menjadi 379 pada tahun 2011. Penurunan skor tersebut mungkin disebabkan karena kurangnya kemampuan berpikir matematis pada diri siswa termasuk di dalamnya Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi. Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi pada diri peserta didik baik siswa maupun mahasiswa tidak muncul begitu saja melainkan perlu dikembangkan.

Mahasiswa yang belajar di Jurusan Matematika hendaknya sudah dilatih untuk memiliki Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi yang baik sejak semester awal duduk di bangku perguruan tinggi. Pembelajaran matematika di perguruan tinggi bukan hanya menghafal atau menerapkan secara sederhana rumus matematika yang telah diketahui saja, namun memerlukan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi yang akan bermanfaat untuk diri mahasiswa (Dwijanto, 2007; Sumarmo, 2005). Salah satu kemampuan matematis yang termasuk dalam Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi adalah kemampuan komunikasi matematis.

Kemampuan komunikasi matematis yang merupakan kemampuan untuk menyatakan dan mengilustrasikan ide matematika ke dalam model matematika (yang dapat berupa persamaan, notasi, gambar ataupun grafik) dan sebaliknya juga sangat diperlukan untuk dipunyai mahasiswa. Komunikasi matematis inilah salah satu kemampuan yang dapat digunakan untuk menjembatani dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran sehingga pemahaman terhadap materi dapat tercapai dengan optimal.

Selain kemampuan komunikasi matematis yang termasuk di dalam kemampuan kognitif, mahasiswa juga harus memiliki kemampuan afektif di antaranya adalah *self efficacy* yang merupakan salah satu komponen dan faktor kritis dari kemandirian belajar (*self-regulated learning*). Beberapa ahli mendefinisikan *self efficacy* sebagai keyakinan diri. *Self efficacy* seseorang akan mempengaruhi tindakan, upaya, ketekunan, fleksibilitas dalam perbedaan, dan realisasi dari tujuan, dari individu ini, sehingga *self efficacy* yang terkait dengan kemampuan seseorang seringkali menentukan *outcome* sebelum tindakan terjadi (Bandura, 1997). Mahasiswa perlu dibekali kemampuan *self efficacy* dengan baik, sehingga diharapkan mahasiswa tersebut

dapat memiliki keyakinan bahwa dirinya mampu menghadapi dan menyelesaikan masalah-masalah kehidupan pada umumnya atau tugas matematik pada khususnya.

Self efficacy mahasiswa perlu ditingkatkan, hal ini dikarenakan banyak mahasiswa yang sebenarnya mempunyai pendapat atau ide untuk menyelesaikan tugas matematika tetapi kurang yakin untuk menggunakannya dengan alasan takut salah. Mahasiswa lebih memilih diam dan menunggu dosen atau teman lainnya mengerjakan untuk selanjutnya disalin di buku catatan. Hal ini menunjukkan *self efficacy* mahasiswa masih lemah.

Brain-Based Learning adalah suatu pembelajaran yang mengoptimalkan kerja otak manusia. Seperti yang telah diketahui bahwa pembelajaran yang baik adalah menganggap peserta didik dalam hal ini mahasiswa sebagai individu yang unik dengan tingkat kecerdasan yang berbeda-beda. Selain itu di dalam UU No. 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi disebutkan bahwa salah satu prinsip penyelenggaraan perguruan tinggi adalah pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yang memperhatikan lingkungan secara selaras dan seimbang. *Brain-Based Learning* dapat memfasilitasi semua mahasiswa dengan tingkat kecerdasan yang berbeda tersebut terangkum dalam gaya pembelajaran yang sama serta berpusat pada peserta didik dalam hal ini mahasiswa. Hal ini bersesuaian dengan pendapat Wilson & Spears (2009:1) yang menyatakan *Brain-Based Learning* adalah suatu pendekatan yang menyeluruh terhadap pembelajaran yang berdasar pada kerja otak yang menyarankan otak kita belajar secara alami. Selain itu menurut berbagai penelitian yang telah dilakukan, siswa yang diberikan *Brain-Based Learning* menunjukkan hasil yang lebih baik dalam kemampuan komunikasi matematisnya dibandingkan siswa yang diberikan pembelajaran konvensional. Sehingga diharapkan dengan menggunakan *Brain-Based Learning* kemampuan komunikasi matematis mahasiswa dan *self efficacy* di atas dapat juga berkembang secara optimal.

Pembelajaran berbantuan Web adalah suatu pembelajaran yang menggunakan bantuan website sebagai medianya. Salah satu ciri dari pembelajaran berbantuan Web adalah belajar insidental. Penggunaan Web yang termasuk *Information Communication Technology* (ICT) telah turut pula memberikan banyak alternatif media, model dan metode pembelajaran. Dari media pembelajaran yang semula menggunakan papan tulis dan kapur beralih ke penggunaan komputer, LCD, kamera video digital dan lainnya serta dari metode pembelajaran yang semula bertatap muka secara langsung sedikit demi sedikit bergerak menuju ke pembelajaran *virtual* dalam bentuk *e-learning*, model pembelajaran jarak jauh, *teleconferencing* atau *video conferencing* yang dapat dilakukan di mana saja, kapan saja, dan oleh siapa saja (Kusumah, 2011).

Dengan menggunakan pembelajaran berbantuan Web ini, dosen dapat mengunggah peta konsep, tujuan pembelajaran dan beberapa pertanyaan apersepsi dalam suatu situs atau website, sehingga mahasiswa dapat mengaksesnya sebelum perkuliahan berlangsung. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa telah mempersiapkan diri sebelum kuliah berlangsung sehingga pembelajaran dapat berlangsung lebih optimal. Selain itu dengan penggunaan web, mahasiswa dapat mengakses materi sesering yang dibutuhkan agar bisa mengulang materi yang belum dipahami.

Berdasarkan uraian di atas makalah ini akan membahas tentang Pengembangan Kemampuan Komunikasi Matematis dan *Self Efficacy* Mahasiswa melalui *Brain-Based Learning* Berbantuan Web.

1.2 Permasalahan

Bagaimanakah *Brain-Based Learning* Berbantuan Web dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan *self efficacy* mahasiswa?

1.3 Urgensi Masalah

Belajar di Perguruan Tinggi bukan hanya sekedar menghafal saja, tetapi diperlukan kemampuan berpikir matematis tingkat tinggi yang diantaranya adalah kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Dengan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa dapat mengilustrasikan permasalahan matematis maupun permasalahan sehari-hari ke dalam ide matematika untuk

kemudian diselesaikan. Selain itu komunikasi juga diperlukan untuk menjembatani hubungan antara dosen dan mahasiswa sehingga perkuliahan dapat berlangsung dengan optimal.

Self efficacy mahasiswa juga perlu ditingkatkan, hal ini dikarenakan banyak mahasiswa yang sebenarnya mempunyai pendapat atau ide untuk menyelesaikan tugas matematika tetapi kurang yakin untuk menggunakannya dengan alasan takut salah. Mahasiswa lebih memilih diam dan menunggu dosen atau teman lainnya mengerjakan untuk selanjutnya disalin di buku catatan. Hal ini menunjukkan *self efficacy* mahasiswa masih lemah.

3 Kemampuan Komunikasi Matematis

Komunikasi berasal dari bahasa latin *communicare* yang berarti memberitahukan. Secara umum komunikasi mengandung pengertian memberikan informasi, pesan, gagasan, ide, pikiran, perasaan kepada orang lain, dengan maksud agar orang lain berpartisipasi, yang pada akhirnya informasi, pesan, gagasan, ide, pikiran, perasaan tersebut menjadi milik bersama antara komunikator dan komunikan (Soeharto, 2008).

Sedangkan kemampuan komunikasi matematis menurut Herdian (2010:1) dapat diartikan sebagai suatu kemampuan mahasiswa dalam menyampaikan sesuatu yang diketahuinya melalui peristiwa dialog atau saling hubungan yang terjadi di lingkungan belajar, dan terjadi pengalihan pesan. Pesan yang dialihkan berisi tentang materi matematika yang dipelajari mahasiswa, misalnya berupa konsep, rumus, atau strategi penyelesaian suatu masalah. Pihak yang terlibat dalam peristiwa komunikasi di dalam lingkungan belajar adalah dosen dan mahasiswa. Cara pengalihan pesannya dapat secara lisan maupun tertulis.

Jadi komunikasi matematis adalah kemampuan untuk menyatakan dan mengilustrasikan ide matematika ke dalam model matematika dan sebaliknya. Model matematika sendiri dapat berupa persamaan, pertidaksamaan, notasi, gambar ataupun grafik.

Dalam suatu pembelajaran terdapat interaksi antara mahasiswa dengan dosen, interaksi ini dapat berupa komunikasi baik lisan maupun tulisan. Interaksi belajar mengajar yang baik dapat meningkatkan kualitas hubungan dosen dan mahasiswa, sehingga tidak terdapat jurang pemisah antara dosen dengan mahasiswanya. Hal ini bermanfaat dalam mencapai tujuan pembelajaran secara optimal karena kualitas pembelajaran dapat meningkat secara signifikan. Sebagai contoh, jika interaksi dosen mahasiswa berjalan dengan baik, mahasiswa tidak akan takut untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang apa yang tidak diketahuinya, mahasiswa juga tidak akan takut untuk mengemukakan pendapat yang menurut mereka benar, sehingga kreativitas mahasiswapun akan meningkat.

Interaksi yang berupa komunikasi dalam pembelajaran (dalam hal ini pembelajaran matematika) inilah yang bertujuan untuk menjembatani mahasiswa sampai pada pemahaman matematis. Menurut Hatano & Inagaki tahun 1991 (dalam Wahyudin, 2008:42), para mahasiswa yang terlibat di dalam diskusi di mana mereka menjustifikasi pemecahan-pemecahan terutama dihadapkan ketidaksepakatan akan memperoleh pemahaman matematis yang lebih baik saat mereka berusaha meyakinkan teman-teman mereka tentang sudut-sudut pandangan yang berbeda.

Sedangkan Within (dalam Herdian, 2010:1) menyatakan kemampuan komunikasi menjadi penting ketika diskusi antar mahasiswa dilakukan, di mana mahasiswa diharapkan mampu menyatakan, menjelaskan, menggambarkan, mendengar, menanyakan dan bekerjasama sehingga dapat membawa mahasiswa pada pemahaman yang mendalam tentang matematika. Selain itu Peraturan Menteri 22 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Kelulusan dalam bidang matematika juga mengungkapkan pentingnya komunikasi di dalam pembelajaran. Adapun isi dari Peraturan tersebut secara lengkap adalah sebagai berikut: (1) Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah; (2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika; (3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah,

merancang model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh; (4) Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain; (5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Selanjutnya Baroody (1993:99) menyatakan ada dua alasan penting mengapa pembelajaran matematika berfokus pada komunikasi, yaitu matematika adalah suatu bahasa yang esensial, matematika lebih dari hanya sekedar suatu alat bantu berpikir, lebih dari suatu alat untuk menemukan pola, menyelesaikan masalah atau membuat kesimpulan. Matematika juga suatu alat yang tidak terhingga nilainya untuk mengkomunikasikan berbagai ide dengan jelas, tepat dan ringkas. Alasan lainnya adalah matematika dan pelajaran matematika sebagai aktivitas sosial dalam pembelajaran matematika, interaksi antar siswa (mahasiswa), seperti komunikasi antara guru (dosen) dan siswa (mahasiswa) adalah penting untuk mengembangkan potensi matematika siswa (mahasiswa).

Jadi kemampuan komunikasi matematis ini mutlak diperlukan oleh mahasiswa. Dengan kemampuan komunikasi matematis yang baik, mahasiswa dapat mengilustrasikan ide matematika ke dalam model matematika atau sebaliknya, sehingga mahasiswa diharapkan terbiasa untuk menyelesaikan masalah baik masalah akademik maupun sehari-hari.

3 *Self Efficacy*

Self efficacy terdiri dari kata *self* yang diartikan sebagai unsur struktur kepribadian, dan *efficacy* yang berarti penilaian diri, apakah dapat melakukan tindakan yang baik atau buruk, tepat atau salah, bisa atau tidak bisa mengerjakan sesuatu sesuai dengan yang dipersyaratkan (Alwisol, 2010). Namun dari berbagai macam pendapat para ahli, *self efficacy* pada prakteknya sinonim dengan “keyakinan diri”. *Self efficacy* merupakan salah satu komponen dari *self regulated* (kemandirian) (Schunk & Ertmer, 2000).

Bandura (1997) mendefinisikan *self efficacy* sebagai pertimbangan seseorang tentang kemampuan dirinya untuk mencapai tingkatan kinerja (performansi) yang diinginkan atau ditentukan, yang akan mempengaruhi tindakan selanjutnya. *Self efficacy* seseorang akan mempengaruhi tindakan, upaya, ketekunan, fleksibilitas dalam perbedaan, dan realisasi dari tujuan, dari individu ini, sehingga *self efficacy* yang terkait dengan kemampuan seseorang seringkali menentukan *outcome* sebelum tindakan terjadi (Bandura, 1997).

Menurut Bandura (1997), *self efficacy*, yang merupakan konstruksi sentral dalam teori kognitif sosial, yang dimiliki seseorang, akan:

- a) Mempengaruhi pengambilan keputusannya, dan mempengaruhi tindakan yang akan dilakukannya. Seseorang cenderung akan menjalankan sesuatu apabila ia merasa kompeten dan percaya diri, dan akan menghindarinya apabila tidak.
- b) Membantu seberapa jauh upaya ia bertindak dalam suatu aktivitas, berapa lama ia bertahan apabila mendapat masalah, dan seberapa fleksibel dalam suatu situasi yang kurang menguntungkan baginya. Makin besar *self efficacy* seseorang, makin besar upaya, ketekunan, dan fleksibilitasnya.
- c) Mempengaruhi pola pikir dan reaksi emosionalnya. Seseorang dengan *self efficacy* yang rendah mudah menyerah dalam menghadapi masalah, cenderung menjadi stres, depresi, dan mempunyai suatu visi yang sempit tentang apa yang terbaik untuk menyelesaikan masalah itu. Sedangkan *self efficacy* yang tinggi, akan membantu seseorang dalam menciptakan suatu perasaan tenang dalam menghadapi masalah atau aktivitas yang sukar.

Dari pengaruh-pengaruh ini, *self efficacy* berperan dalam tingkatan pencapaian yang akan diperoleh, sehingga Bandura (Pajares, 2002) berpendapat bahwa *self efficacy* menyentuh hampir semua aspek kehidupan manusia, apakah berpikir secara produktif, secara pesimis atau optimis, bagaimana mereka memotivasi diri, kerawanan akan stres dan depresi, dan keputusan yang dipilih. *Self efficacy* juga merupakan faktor yang kritis dari kemandirian belajar (*self-regulated learning*).

Selain itu kepercayaan diri juga mempengaruhi tindakan mahasiswa dalam melakukan proses penyelesaian masalah (keyakinan diri) (Lerch, 2004).

Persepsi *self efficacy* dapat dibentuk dengan menginterpretasi informasi dari empat sumber (Bandura, dalam Zeldin, 2000):

- a) Pengalaman otentik, yang merupakan sumber yang paling berpengaruh, karena kegagalan/ keberhasilan pengalaman yang lalu akan menurunkan/ meningkatkan *self efficacy* seseorang untuk pengalaman yang serupa kelak. Khususnya kegagalan yang terjadi pada awal tindakan tidak dapat dikaitkan dengan kurangnya upaya atau pengaruh lingkungan eksternal.
- b) Pengalaman orang lain, yang dengan memperhatikan keberhasilan/ kegagalan orang lain, seseorang dapat mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk membuat pertimbangan tentang kemampuan dirinya sendiri. Model pengalaman orang lain ini sangat berpengaruh apabila ia mendapat situasi yang serupa dan miskin pengalaman dalam pengalaman tersebut.
- c) Pendekatan sosial atau verbal, yaitu pendekatan yang dilakukan dengan meyakini seseorang bahwa ia memiliki kemampuan untuk melakukan sesuatu. Perlu diperhatikan, bahwa pernyataan negatif tentang kompetensi seseorang dalam area tertentu sangat berakibat buruk terhadap mereka yang sudah kehilangan kepercayaan diri, misalnya pernyataan bahwa kaum perempuan tidak sesuai untuk belajar matematika, akan mengakibatkan kaum perempuan akan percaya bahwa mereka tidak kompeten dalam matematika.
- d) Indeks psikologis, di mana status fisik dan emosi akan mempengaruhi kemampuan seseorang. Emosi yang tinggi, seperti kecemasan akan matematika akan mengubah kepercayaan diri seseorang tentang kemampuannya. Seseorang dalam keadaan stress, depresi, atau tegang dapat menjadi indikator kecenderungan akan terjadinya kegagalan.

Para peneliti pada umumnya menggali keyakinan *self efficacy* dengan bertanya pada individu tentang tingkatan dan kekuatan kepercayaan diri mereka dalam mencapai tujuan atau keberhasilan mereka dalam suatu situasi. Dalam setting akademik, instrumen dari *self efficacy* adalah untuk mengukur kepercayaan diri individu, antara lain dalam menyelesaikan masalah matematika yang spesifik (Hackett dan Betz, 1989), kinerja dalam tugas menulis atau membaca (Shell, Colvin, dan Bruning, 1995), atau keterlibatan dalam strategi kemandirian belajar tertentu (*self regulated learning*) (Bandura, 1989).

4 Brain-Based Learning Berbantuan Web Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Komunikasi dan Self Efficacy Mahasiswa

Brain-Based Learning berbantuan Web adalah suatu alternatif pembelajaran yang diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan Kemampuan komunikasi matematis dan *self efficacy* mahasiswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Clemon (2005) yang menyatakan bahwa *Brain-Based Learning* memungkinkan untuk diaplikasikan dalam pembelajaran online. Selain itu menurut Kammer (2007) penggunaan teknologi dan pembelajaran interaktif seperti video, games, dan sebagainya dapat membuat pengalaman belajar lebih berharga dan memungkinkan peserta didik untuk menghubungkan konten baru dengan konten yang sudah ada di dalam otak. Hubungan antara emosi, kognisi dan pembelajaran adalah hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan perencanaan dalam *Brain-Based Learning* (Langelier & Connell, 2005).

Adapun langkah-langkah pembelajaran *brain-based learning* (Jensen, 2008:484) adalah sebagai berikut.

Langkah pertama, Pra Pemaparan

Pada tahap ini dosen memajang peta konsep, menyampaikan tujuan pembelajaran dan beberapa pertanyaan apersepsi. Tahap ini terjadi di luar perkuliahan. Peta konsep, tujuan pembelajaran dan pertanyaan-pertanyaan apersepsi ini disampaikan melalui website.

Langkah kedua, Persiapan

Tahap persiapan ini adalah tahap awal terlaksananya perkuliahan, dosen membagi mahasiswa ke dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 orang.

Kemudian dosen dapat mengaitkan materi dengan kejadian sehari-hari. Pada langkah persiapan ini kemampuan komunikasi matematis dikembangkan yaitu saat menghubungkan masalah-masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari dengan ide matematika.

Langkah ketiga, Inisiasi dan akuisisi

Pada tahap Inisiasi dan akuisisi, dosen memberikan masalah yang dikerjakan mahasiswa secara berkelompok, sehingga upaya peningkatan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa akan terjadi pada tahap ini. Masalah yang diberikan oleh dosen disajikan melalui sebuah tayangan yang dapat diakses melalui website.

Langkah keempat, Elaborasi

Pada tahap elaborasi ini otak diberikan kesempatan untuk menyortir, menyelidiki, menganalisis, menguji dan memperdalam pembelajaran. Mahasiswa akan mendiskusikan cara-cara atau strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan anggota kelompoknya. Kemudian mengungkapkan hasil diskusi tersebut ke seluruh anggota kelas untuk diberikan masukan atau sanggahan. Dalam tahap ini upaya peningkatan kemampuan komunikasi matematis dilaksanakan. Sedangkan *self efficacy* diperlukan dalam proses penyelesaian masalah serta menyampaikan pendapat, gagasan dan atau sanggahan dalam diskusi baik di dalam kelompok atau saat pemaparan di depan kelas.

Langkah kelima, Inkubasi dan Formasi Memori

Pada tahap ini mahasiswa diistirahatkan otaknya sebentar sambil mendengarkan musik dan menyelesaikan soal-soal yang relatif mudah. Soal-soal disajikan secara interaktif di website dengan diiringi musik selama mahasiswa menyelesaikannya.

Langkah keenam, Verifikasi dan Pengecekan Keyakinan

Pada tahap ini dosen mengecek kembali pemahaman mahasiswa terhadap materi dengan memberikan soal yang agak rumit untuk dikerjakan secara individual dengan diiringi musik. Dalam tahap ini upaya peningkatan kemampuan komunikasi matematis serta *self efficacy* juga dilaksanakan. Soal yang dikerjakan pada langkah ini tersedia pada Lembar Kerja Mahasiswa.

Pada langkah kelima dan keenam ini mahasiswa diberikan latihan soal-soal yang bertujuan untuk mengecek pemahaman mahasiswa terhadap materi. Hal ini bersesuaian dengan pendapat Ghraibeh (2012) yang menyatakan dengan *Brain-Based Learning* yang di dalamnya terdapat metode belajar yang menggunakan pengulangan menunjukkan hasil yang terbaik dibandingkan dengan yang lainnya.

Langkah ketujuh, Perayaan dan Integrasi

Pada tahap ini mahasiswa bersama-sama dengan dosen menyimpulkan materi yang baru saja dipelajari. Kemudian diberikan suatu perayaan kecil atas keberhasilan pembelajaran pada perkuliahan hari itu.

5 Kesimpulan

Brain-Based Learning Berbantuan Web secara teoritik dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran sebagai upaya untuk meningkatkan komunikasi dan *self efficacy* mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwisol. (2010). Psikologi Kepribadian. Malang: UMM Press.
- Bandura (1989). Human agency in social cognitive theory. *American Psychologist*, 44. [Online]. Tersedia: http://www.des.emory.edu/mfp/Bandura_1989.pdf
- Bandura. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company.

- Baroody, A.J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating. Helping Children Think Mathematically (K-8)*. Urbana: University of Illinois.
- Clemon, S.A. (2005). Brain-Based Learning : Possible Implications for Online Instruction. *International Journal of Instructional Technology& Distance Learning*, Vol. 2 (9), 7 halaman.
- Dwijanto (2007). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Komputer Terhadap Pencapaian Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kreatif Matematik Mahasiswa*. Disertasi pada SPS UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Hackett, G. & Betz, N. E. (1989). An Exploration of the Mathematics Self-Efficacy/Mathematics Performance Correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20.
- Herdian (2010). *Kemampuan Komunikasi Matematika*. Tersedia: <http://herdy07.wordpress.com/2010/05/27/kemampuan-komunikasi-matematis/> [22 Mei 2012].
- Jensen, E. (2008). *Brain-Based Learning. Pembelajaran Berbasis Kemampuan Otak. Cara Baru dalam Pembelajaran dan Pelatihan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kammer, D. (2007). *ABC's of Brain-Based Learning*. Ashland University.
- Kusumah, Y. S (2011). Aplikasi Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa. *Makalah Kegiatan Pelatihan Aplikasi Teknologi dan Komunikasi dalam Pembelajaran Matematika 16 Desember 2011*. Bandung: UPI.
- Langelier, C.A & Connell, J.D. (2005). Emotions and Learning: Where Brain-Based Learning Research and Cognitive-Behavioral Counseling Strategies Meet The Road. *Rivier College Online Academic Journal*, Vol. 1 (1).
- Lerch (2004). Control Decisions and Personal Beliefs: Their Effect on Solving Mathematical Problems. *Mathematical Behavior Journal*, Vol 24, 16 halaman.
- Pajares, F. (2002). *Overview of Social Cognitive Theory and of Self Efficacy*. [Online]. Tersedia: <http://www.emory.edu/EDUCATION/mfp/eff.html>.
- Ruseffendi, E.T. (1990). *Perkembangan Pengajaran Matematika di Sekolah-Sekolah di Luar dan Dalam Negeri. Pengajaran Matematika Modern dan Masa Kini Untuk Guru dan PGSD D2 (Seri Pertama)*. Bandung: Tarsito.
- Schunk, D.H & Ertmer, P.A. (2000). Self-Regulation and Academic Learning: Self Efficacy Enhancing Interventions. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (eds). *Handbook of Self-Regulation* (hal. 631-649). San Diego: Academic Press.
- Shell, D. F., Colvin, C., dan Bruning, R. H. (1995). Self-Efficacy, Attributions, and Outcome Expectancy Mechanisms in Reading and Writing Achievement: Grade-level and Achievement-level Differences. *Journal of Educational Psychology*, 87. [Online]. Tersedia: <http://www.des.emory.edu/mfp/effchapter.html>.
- Soeharto, K. (2008). *Komunikasi Pembelajaran. Peran dan Keterampilan Dosen-dosen dalam Kegiatan Pembelajaran*. Surabaya: SIC.
- Sumarmo, U. (2005). *Pengembangan Berfikir Matematik Tingkat Tinggi Mahasiswa SLTP dan SMU serta Mahamahasiswa Strata Satu (S1) Melalui Berbagai Pendekatan Pembelajaran*. Laporan Penelitian Hibah Penelitian Tim Pascasarjana-HTPT Tahun Ketiga. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Tim MGMP. (2005). *Perangkat Pembelajaran*. Semarang: Tim MGMP Matematika SMP Kota Semarang.
- Trends in International Mathematics and Science Study. (2011). *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) Result* [Online]. Tersedia: http://nces.ed.gov/timss/table11_1.asp.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi.

- Wahyudin.(2008). *Pembelajaran & Model-model Pembelajaran (Pelengkap untuk Meningkatkan Kompetensi Pedagogis Para Dosen dan Calon Dosen Profesional)*. Bandung:Tidak diterbitkan.
- Wilson, L & Spears, A. (2009). *Brain-Based Learning Highlight*. In Omnia Paratus INDUS. Training and Research Institute.
- Zeldin, A.L. (2000). *Sources and Effects of the Self-Efficacy Beliefs of Men with Careers in Mathematics, Science, and Technology*. Emory University. Disertasi: tidak dipublikasikan. [Online]. Tersedia: [http:// www.des.emory. edu/mfp/ZeldinDissertation2000.PDF](http://www.des.emory.edu/mfp/ZeldinDissertation2000.PDF).

KREATIFITAS MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA MELALUI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK (*Project Based Learning* (PjBL)) PADA MATA KULIAH PROGRAM KOMPUTER

Dede Trie Kurniawan

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Unswagati Cirebon
dhe3kurniawan@Gmail.com

ABSTRAK

Mengasah kemampuan berpikir kreatif bagi mahasiswa calon guru matematika dalam mata kuliah program komputer diperlukan suatu model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan tersebut. Penelitian deskriptif-kualitatif dilakukan sebagai cara untuk meningkatkan kreatif mahasiswa calon guru matematika pada mata kuliah program komputer dirancang secara berkelompok atau bekerja dalam tim. Pada Gambar hasil penelitian terlihat antusias mahasiswa ketika berlangsungnya proses pembelajaran sehingga dapat dikatakan (Purnawan, 2007) bahwa keuntungan PjBL adalah untuk mengasah siswa dalam hal-hal berikut: kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kerjasama (*Team work*), pemahaman lintas budaya (*Cross-cultural understanding*), keterampilan berkomunikasi, teknologi tepat guna, dan kemandirian belajar (*self direction*). Ada bukti langsung maupun tidak langsung, baik dari dosen maupun mahasiswa, bahwa pembelajaran berbasis proyek menguntungkan dan efektif sebagai metode pembelajaran. sehingga melalui pembelajaran berbasis proyek akan meningkatkan kreatifitas mahasiswa calon guru matematika. dengan berbekal inilah mahasiswa calon guru matematika akan lebih mudah menguasai dan terlatih dalam hal teknologi sesuai dengan perkembangan zaman.

Kata kunci : *Pembelajaran Berbasis Proyek, Kreatif, Program Komputer, Multimedia Pembelajaran Interaktif*

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman saat ini merupakan kemajuan sains dan teknologi telah membawa perubahan mendasar pada pola pikir dan perilaku masyarakat. Proses globalisasi yang terjadi dalam segala bidang kehidupan menuntut kesiapan sumber daya manusia yang handal dan berkualitas untuk dapat memecahkan persoalan hidup yang makin kompleks. Aktifitas dan kegiatan pembelajaran saat ini mulai dilakukan dengan teknologi canggih yang sudah terkomputerisasi, bahkan terhubung dengan sebuah jaringan global yang biasa kita kenal dengan internet. Hal ini merupakan salah satu alternatif untuk mewujudkan tujuan pembelajaran. Gagne dan Briggs (dalam Safrizal, R, 2010: 1) mengklasifikasikan tujuan pembelajaran ke dalam lima kategori yaitu kemahiran intelektual (*intellectual skill*), strategi kognitif (*cognitive strategies*), informasi verbal (*verbal information*), kemahiran motorik (*motor skills*), dan sikap (*attitudes*). Pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran menggunakan komputerisasi ini telah dilakukan mulai dari jenjang pendidikan perguruan tinggi, sekolah-sekolah menengah, sampai sekolah-sekolah dasar. Hal ini didukung oleh hasil *field study* di sekolah Negeri Kota Cirebon, menunjukkan bahwa pada jenjang pendidikan sekolah dasar terdapat paling tidak satu unit komputer untuk setiap sekolah. Sementara itu hasil *field study* pada jenjang sekolah menengah, menunjukkan bahwa Sekolah tersebut memiliki laboratorium komputer dengan spesifikasi canggih berfasilitas internet, satu unit LCD (permanen), satu unit *big screen projector*, dan soket-soket koneksi internet bagi siswa yang membawa laptop, sehingga pembelajaran pun tidak terlepas dari pemanfaatan teknologi canggih yang sudah terkomputerisasi dan terhubung dengan internet.

Pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran dapat memberikan sejumlah kemudahan dan solusi alternatif berbagai permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran. Salah satu pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran yaitu dengan menggunakan komputer. Salah satu manfaat komputer sebagai media bagi guru adalah sebagai alat bantu dalam menyiapkan bahan ajar dan dalam proses pembelajarannya sendiri. Pemanfaatan komputer sudah berkembang tidak hanya sebagai alat yang hanya dipergunakan untuk urusan keadministrasian saja, melainkan juga dimungkinkan untuk digunakan sebagai salah satu alternatif dalam pemilihan media pembelajaran (Wijaya & Surya, 2009). Sebagai contoh, dengan adanya komputer multimedia yang mampu menampilkan gambar maupun teks yang diam dan bergerak (animasi) serta bersuara sudah saatnya untuk dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan media pembelajaran yang efektif. Hal semacam ini perlu ditanggapi secara positif oleh para guru sehingga komputer dapat menjadi salah satu media yang dapat membantu dalam mengoptimalkan pembelajaran.

Matematika sebagai ilmu yang abstrak memerlukan media bantu untuk mendekatkan konsep abstrak menjadi konkret sehingga kreatifitas dalam penyajian bahan ajar adalah keterampilan yang diperlukan oleh mahasiswa calon guru. Penyajian bahan ajar sekarang sudah diintegrasikan dalam bentuk digital dengan memanfaatkan komputer. Berdasarkan hal ini maka perlu melatih kreatifitas mahasiswa calon guru dalam membuat bahan ajar digital ini. Berpikir kreatif merupakan suatu proses yang digunakan ketika kita mendatangkan/memunculkan suatu ide baru. Hal itu menggabungkan ide-ide yang sebelumnya yang belum dilakukan. Kreativitas merupakan produk berpikir kreatif seseorang. Berpikir kreatif juga dapat diartikan sebagai suatu kombinasi dari berpikir logis dan berpikir divergen yang didasarkan pada intuisi tetapi masih dalam kesadaran (Pehkonen, 1997).

Pandangan lain tentang berpikir kreatif diajukan oleh Krulik dan Rudnick (1999), yang menjelaskan bahwa berpikir kreatif merupakan pemikiran yang bersifat keaslian dan reflektif dan menghasilkan suatu produk yang kompleks. Berpikir tersebut melibatkan sintesis ide-ide, membangun ide-ide baru dan menentukan efektivitasnya. Juga melibatkan kemampuan untuk membuat keputusan dan menghasilkan produk yang baru. Untuk mewujudkan pembelajar menjadi kreatif. Salah satu cara melatihnya dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek. Gagasan proyek dalam pembelajaran merupakan inti dari pandangan sosio-konstruktivisme (Bruner, 1973) dan berkaitan erat dengan pendekatan pembelajaran berbasis aktivitas (*Activity-based learning*). Suatu proyek memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi dan merumuskan masalahnya sendiri. Tujuan pembelajaran dicapai melalui kegiatan penemuan (*discovery learning*) selama interaksi dengan lingkungan belajar (Collins *et al*, 1989). PjBL merupakan suatu model yang berbeda dari model tradisional dengan fokus utama menempatkan pembelajar dalam proyek nyata. Pembelajar memiliki kesempatan membangun pengetahuannya sendiri sesuai dengan kebutuhannya.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreatifitas Mahasiswa Calon Guru Matematika Pada Mata Kuliah Program Komputer”

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Hakikat Pendidikan Matematika

Tujuan, materi, proses, dan penilaian pembelajaran matematika di kelas akan selalu menyesuaikan dengan tuntutan perubahan zaman. Dengan demikian metode, model, pendekatan, dan strategi pembelajaran matematika yang digunakan guru di kelas akan ikut menentukan keberhasilan pencapaian tujuan pelajaran matematika. Permendiknas No 22 Tahun 2006 (Depdiknas, 2006) menyatakan bahwa pelajaran matematika bertujuan agar peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut.

- a. Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antarkonsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat
- b. dalam pemecahan masalah.

- c. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika.
- d. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh.
- e. Mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.
- f. Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Formulasi lima tujuan pelajaran matematika di atas menunjukkan pentingnya memfasilitasi para siswa SMP untuk mempelajari kemampuan berpikir dan bernalar selama proses mempelajari pengetahuan matematika di kelas.

2.2. Pembelajaran Berbasis proyek

Pembelajaran Berbasis Proyek atau Belajar Berbasis Proyek adalah pendekatan pembelajaran yang merangkum sejumlah ide-ide pembelajaran, yang didukung oleh teori-teori dan penelitian substansial. Pembelajaran Berbasis Proyek merupakan model pembelajaran yang didukung oleh atau berpijak pada teori belajar konstruktivistik. Strategi pembelajaran yang menonjol dalam pembelajaran konstruktivistik antara lain adalah strategi belajar kolaboratif, mengutamakan aktivitas siswa daripada aktivitas guru, mengenai kegiatan laboratorium, pengalaman lapangan, studi kasus, pemecahan masalah, panel diskusi, diskusi, brainstorming, dan simulasi (Ajeyalemi, 1993). Beberapa dari strategi tersebut juga terdapat dalam Pembelajaran Berbasis Proyek, yaitu (a) strategi belajar kolaboratif, (b) mengutamakan aktivitas siswa daripada aktivitas guru, (c) mengenai kegiatan laboratorium, (d) pengalaman lapangan, (e) dan pemecahan masalah. Peranan guru yang utama adalah mengendalikan ide-ide dan interpretasi siswa dalam belajar, dan memberikan alternatif-alternatif melalui aplikasi, bukti-bukti, dan argumen-argumen.

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) berdasarkan pada psikologi kognitif. Fokus pengajaran tidak begitu banyak pada apa yang sedang dilakukan siswa (perilaku mereka) melainkan pada yang apa mereka pikirkan (kognitif mereka) pada saat mereka melakukan kegiatan itu. Pada PjBL guru berperan sebagai pembimbing dan fasilitator sehingga siswa belajar untuk berpikir dan menyelesaikan proyek/tugas yang sudah diberikan guru. Moursund, Bielefeldt, & Underwood (1997) meneliti sejumlah artikel tentang proyek di kelas yang dapat dipertimbangkan sebagai bahan testimonial terhadap guru, terutama bagaimana guru menggunakan proyek dan persepsi mereka tentang bagaimana keberhasilannya. Beberapa keunggulan dari pembelajaran Berbasis Proyek adalah sebagai berikut:

- a. *Meningkatkan motivasi.* Laporan-laporan tertulis tentang proyek itu banyak yang mengatakan bahwa siswa suka tekun sampai kelewat batas waktu, berusaha keras dalam mencapai proyek. Guru juga melaporkan pengembangan dalam kehadiran dan berkurangnya keterlambatan. Siswa melaporkan bahwa belajar dalam proyek lebih fun daripada komponen kurikulum yang lain.
- b. *Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.* Penelitian pada pengembangan keterampilan kognitif tingkat tinggi siswa menekankan perlunya bagi siswa untuk terlibat di dalam tugas-tugas pemecahan masalah dan perlunya untuk pembelajaran khusus pada bagaimana menemukan dan memecahkan masalah. Banyak sumber yang mendiskripsikan lingkungan belajar berbasis proyek membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks.
- c. *Meningkatkan kecakapan kolaboratif.* Pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan siswa mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi (Johnson & Johnson, 1989). Kelompok kerja kooperatif, evaluasi siswa, pertukaran informasi online adalah aspek-aspek kolaboratif dari sebuah proyek. Teori-teori kognitif yang baru dan konstruktivistik menegaskan bahwa belajar adalah fenomena sosial, dan bahwa siswa akan belajar lebih di dalam lingkungan kolaboratif (Vygotsky, 1978; Davydov, 1995).

- d. *Meningkatkan keterampilan mengelola sumber.* Bagian dari menjadi siswa yang independen adalah bertanggungjawab untuk menyelesaikan tugas yang kompleks. Pembelajaran Berbasis Proyek yang diimplementasikan secara baik memberikan kepada siswa pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek, dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas.

Ketika siswa bekerja di dalam tim, mereka menemukan keterampilan merencanakan, mengorganisasi, negosiasi, dan membuat konsensus tentang isu-isu tugas yang akan dikerjakan, siapa yang bertanggungjawab untuk setiap tugas, dan bagaimana informasi akan dikumpulkan dan disajikan. Keterampilan-keterampilan yang telah diidentifikasi oleh siswa ini merupakan keterampilan yang amat penting untuk keberhasilan hidupnya, dan sebagai tenaga kerja merupakan keterampilan yang amat penting di tempat kerja kelak. Karena hakikat kerja proyek adalah kolaboratif, maka pengembangan keterampilan tersebut berlangsung di antara siswa. Di dalam kerja kelompok suatu proyek, kekuatan individu dan cara belajar yang diacu memperkuat kerja tim sebagai suatu keseluruhan. Disamping itu, keuntungan PjBL lainnya adalah untuk mengasah siswa dalam hal-hal berikut: kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kerjasama (*Team work*), pemahaman lintas budaya (*Cross-cultural understanding*), keterampilan berkomunikasi, teknologi tepat guna, dan kemandirian belajar (*self direction*).

2.3. Kreatif

Kreatif merupakan buah dari ide atau gagasan hasil dari pemikiran otak. Berpikir kreatif dapat dikembangkan melalui pemikiran itu sendiri. Dalam suatu sistem mengatur dirinya sendiri, ada keharusan untuk kreatif. Semua bukti menunjukkan bahwa otak bekerja sebagai sistem jaringan saraf yang mengatur dirinya sendiri. Silver (1997) memberikan indikator untuk menilai berpikir kreatif siswa (kefasihan, fleksibilitas dan kebaruan) menggunakan pengajuan masalah dan pemecahan masalah. Hubungan tersebut dapat digambarkan dalam tabel berikut.

Tabel 1: Hubungan pemecahan dan pengajuan masalah dengan komponen kreativitas

Pemecahan Masalah	Komponen Kretifitas	Pengajuan Masalah
Siswa Menyelesaikan Dengan bermacam – macam interpretasi, metode penyelesaian atau jawaban masalah	Kefasihan	Siswa dapat membuat banyak masalah yang dapat dipecahkan Siswa berbagi masalah yang diajukan
Siswa Memecahkan masalah dalam satu cara, kemudian dengan menggunakan cara lain Siswa mendiskusikan berbagai metode penyelesaian	Fleksibilitas	Siswa mengajukan masalah yang cara penyelsaiannya berbeda – beda. Siswa menggunakan pendekatan “What if not” untuk mengajukan masalah
Siswa memeriksa beberapa metode penyelesaian atau jawaban, kemudia membuat yang lainnya yang berbeda.	Kebaruan	Siswa memeriksa beberapa masalah yang diajukan, kemudia mengajukan suatu masalah yang berbeda

2.4. Media Pembelajaran Interaktif Matematika

Kalimat terakhir bagian latar belakang pada standar isi mata pelajaran matematika untuk SMP/MTs tertulis “*Untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran, sekolah diharapkan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi seperti komputer alat peraga atau media lainnya*”. Dari kalimat tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa guru diharapkan mau menggunakan/memanfaatkan media untuk dapat/lebih meningkatkan keefektifan pembelajarannya.

Media pembelajaran merupakan suatu sarana/alat bantu guru untuk menyampaikan pesan ataupun informasi agar dapat diterima dengan baik dan menarik oleh siswa. Pemilihan media pembelajaran yang tepat akan berpengaruh dalam mewujudkan tercapainya tujuan pembelajaran secara lebih optimal. Di era teknologi informasi ini dan dengan pesatnya perkembangan teknologi komputer saat ini, manfaat komputer telah dirasakan di berbagai sektor kehidupan salah satunya di bidang pendidikan. Sebagai contoh, dengan adanya komputer multimedia yang mampu menampilkan gambar maupun teks yang diam dan bergerak (animasi) serta bersuara sudah saatnya untuk dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pilihan media pembelajaran yang efektif. Salah satu manfaat komputer sebagai media bagi guru adalah sebagai alat bantu dalam menyiapkan bahan ajar dan dalam proses pembelajarannya sendiri. Berdasarkan hal tersebut, guru matematika seharusnya mengetahui manfaat komputer sehingga tergerak untuk menggunakannya sebagai salah satu media pembelajaran.

3. Metodologi

Penelitian yang dilakukan termasuk merupakan penelitian deskriptif-kualitatif. Penelitian ini berusaha mendeskripsikan dan menginterpretasi apa adanya dari tugas yang dirancang oleh peneliti (Best, 1982). Data yang berupa produk perencanaan dan hasil proyek mahasiswa calon guru matematika yang terstruktur terkumpul rapih dalam portofolio tugas mahasiswa (penilaian validator) maupun pernyataan dalam angket yang nantinya dianalisis secara deskriptif.

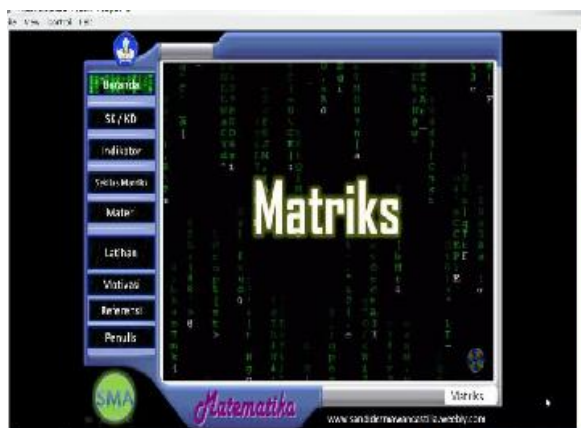
4. Hasil dan Implementasi

4.1. Hasil Produk Proyek

Produk dari mahasiswa calon guru matematika dalam mengikuti perkuliahan program komputer diantaranya adalah buku ajar yang tercetak yang dibuat melalui *microsoft Word*, Program latihan dan evaluasi siswa dengan menggunakan program *Quismakker*, Bahan ajar digital berupa *powerpoint interaktif* melalui *ispring free* dan *Camtasia Studio*, serta pembuatan *website* interaktif untuk pembelajaran matematika.

Tabel 2. Hasil Produk mahasiswa calon guru matematika pada mata kuliah program computer

Proyek	Produk	Keterangan
Buku Ajar		Buku Tercetak

Proyek	Produk	Keterangan
Quiz Maker	 The screenshot shows a quiz application window titled "UJI KOMPETENSI 1". It displays a math problem: "1. Tentukanlah suku yang dicantumkan di akhir barisan dan juga suku keen pada barisan 13, 9, 5, ... (-31)!" Below the question are four multiple-choice options: -160 dan $17-4n$, 107 dan $17-4n$, -107 dan $17-3n$, and -107 dan $18-4n$. The application is running in a browser window with the address bar showing "file:///C:/...".	Program Aplikasi
Camtasia Ispringfree	 The screenshot shows a video learning application titled "Matriks". It features a sidebar menu with options: Beranda, SK/KD, Indikator, Selisih Materi, Materi, Latihan, Materi, Penyelesaian, and Penilaian. The main content area displays a video player with the title "Matriks" and a background of a matrix. The application is running in a browser window with the address bar showing "http://www.sindidmatematika.weebly.com".	Video Pembelajaran
Hypertext Maker	 The screenshot shows a hypertext application titled "Matriks". It displays a progress bar with the following information: Total Questions: 20, Full Score: 100, Passing Rate: 80%, and Passing Score: 16. There is a "Start" button below the progress bar. The application is running in a browser window with the address bar showing "http://www.sindidmatematika.weebly.com".	Program Aplikasi
Website	 The screenshot shows the "Education Creations" website. It features a cartoon character pointing at a chalkboard with the equation $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$. There is also a clock showing the time 10:10. The website is running in a browser window with the address bar showing "http://www.peluangmatematika.weebly.com".	Forum belajar didunia internet.

www.peluangmatematika.weebly.com

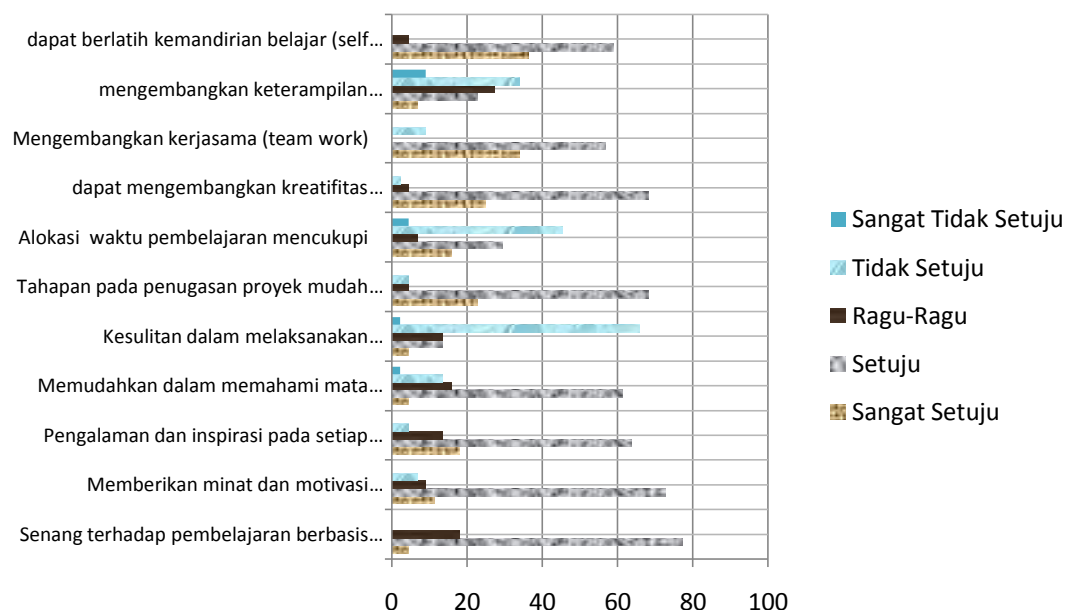
Dalam Menghasilkan produk dari proyek yang diberikan kepada mahasiswa calon guru matematika, dosen memfasilitasi dan membangun ruang pengerjaan proyek tersebut dalam perkuliahannya, sehingga mahasiswa dapat berkonsultasi akan masalah penyelesaian produk yang dibuatnya. aktifitas observasi dalam pelaksanaan model pembelajaran berbasis proyek pada matakuliah program komputer ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Workshop Penyelesaian produk pada model pembelajaran berbasis proyek diperkuliahan Program komputer untuk mahasiswa calon guru matematika

4.2. Implementasi

Implementasi model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) dilaksanakan pada semester ganjil Tahun Akademik (TA) 2012/2013 pada dua kelas dengan jumlah mahasiswa 44 orang. Untuk mengetahui sejauh mana implementasi pelaksanaan model pembelajaran berbasis proyek untuk mengasah kreatifitas mahasiswa pada mata kuliah program komputer, dijangar melalui angket yang diberikan kepada mahasiswa dengan identitas tidak dicantumkan. Hasil dari angket tersebut dapat dilihat pada grafik 1



Grafik 1. Angket pernyataan mahasiswa terhadap model pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah program komputer

Penelitian ini mengungkap pendapat dan tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran melalui soal angket sebanyak 11 butir pertanyaan diberikan kepada 44 mahasiswa yang digunakan untuk mencari informasi mengenai sikap/tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah program computer. Angket merupakan data kuantitatif yang diperoleh dari hasil tes mahasiswa. Data angket ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan argumentatif terhadap hasil penelitian yang diperoleh dari hasil tes mahasiswa. Hasil tanggapan (angket) mahasiswa tersebut diolah ke dalam bentuk presentase dan hasil selengkapnya dilihat pada Grafik 1 dapat terlihat bahwa secara umum memberikan tanggapan yang positif terhadap pembelajaran berbasis proyek (*PjBL*) pada mata kuliah program komputer.

Dari Grafik 1 pernyataan pertama terlihat bahwa mahasiswa sebesar 4,54% sangat setuju dan 77,27% setuju (sekitar 81,81% yang menyukai atau senang dengan pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah program komputer ini) sedangkan pernyataan kedua pada Grafik 1 dikatakan bahwa mahasiswa memiliki minat dan motivasi yang baik terhadap perkuliahan ini dengan angka prosentase 11,36% sangat setuju dan sebesar 72,72 % setuju.

Pembelajaran berbasis proyek ini memberikan pengalaman dan inspirasi baru untuk mahasiswa melalui tugas proyek yang diberikan selama satu semester dengan prosentase angket 18,18% sangat setuju dan 63,64 % setuju. Pembelajaran ini menurut mahasiswa dapat memudahkan dalam memahami mata kuliah program computer ini yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah sehingga hampir seluruh mahasiswa tidak merasa kesulitan dalam melaksanakan pembelajaran berbasis proyek ini karena tahapan pada penugasan proyek ini mudah dipahami dan alokasi waktu yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah selama satu semester dirasa cukup untuk memenuhi tugas tugas proyek tersebut.

Aspek lain pada angket yang diberikan pada mahasiswa mahasiswa sangat setuju 25% dan 68,18% setuju (sekitar 93,18%) dapat mengembangkan kreatifitas seperti kemampuan keterampilan (*hands on*) dan kemampuan keterampilan berpikir kritis karena pada pembelajaran berbasis proyek ini memberikan kebebasan mahasiswa dalam berkreaitifitas tentu dengan didampingi dosen sebagai fasilitator saja, jadi pembelajaran ini memenuhi syarat sebagai pembelajaran berpacu pada *student center*. Pembelajar ini pun dapat mengembangkan kerjasama dan berlatih kemandirian dalam proses pembelajaran, namun hanya tidak banyak dalam pengembangan keterampilan berkomunikasi karena proyek yang dikerjakan berupa pemograman sehingga kurang dapat melatih dalam segi komunikasi.

5. Pembahasan

Project Based Learning (*PjBL*) yang dilakukan pada aktifitas pembelajaran mata kuliah program komputer merupakan cara konstruktif dalam menggunakan permasalahan sebagai stimulus dan berfokus kepada aktivitas pelajar. melalui model pembelajaran ini mahasiswa calon guru dapat menuangkan ide-ide dan gagasan buah pemikirannya yang lebih kreatif dengan bekerja dalam suatu tim. sejalan dengan pernyataan Boud dan Felletti dalam Purnawan (2007) *PjBL* adalah cara yang konstruktif dalam pembelajaran menggunakan permasalahan sebagai stimulus dan berfokus kepada aktivitas pelajar.

Secara umum peran fasilitator (dosen) adalah memantau dan mendorong kelancaran kerja kelompok, serta melakukan evaluasi terhadap efektivitas proses belajar kelompok. Dalam hal ini, mahasiswa calon guru matematika yang mengambil mata kuliah program komputer, dalam kerjasama bersama tim kerja nya akan membuat suatu inovasi kreatif untuk membelajarkan matematika pada calon peserta didiknya kelak di kemudian hari.

Pada Gambar 1 terlihat antusias mahasiswa ketika berlangsungnya proses pembelajaran sehingga dapat dikatakan (Purnawan, 2007) bahwa keuntungan *PjBL* adalah untuk mengasah siswa dalam hal-hal berikut: kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kerjasama (*Team work*), pemahaman lintas budaya (*Cross-cultural understanding*), keterampilan berkomunikasi, teknologi tepat guna, dan kemandirian belajar (*self direction*).

Ketika mahasiswa bekerja di dalam tim, mereka menemukan keterampilan merencanakan, mengorganisasi, negosiasi, dan membuat konsensus tentang isu-isu tugas yang akan dikerjakan, siapa yang bertanggungjawab untuk setiap tugas, dan bagaimana informasi akan dikumpulkan dan disajikan untuk media pembelajaran menggunakan media komputerisasi. Keterampilan-ketrampilan yang telah diidentifikasi oleh mahasiswa ini merupakan keterampilan yang amat penting untuk keberhasilan di masa yang akan datang, dan sebagai tenaga calon pendidik anak bangsa merupakan keterampilan yang amat penting di sekolah tempat mengabdikan kelak. Karena hakikat kerja proyek adalah kolaboratif, maka pengembangan keterampilan tersebut berlangsung di antara mahasiswa calon guru tersebut. Di dalam kerja kelompok suatu proyek, kekuatan individu dan cara belajar yang diacu memperkuat kerja tim sebagai suatu keseluruhan sehingga menghasilkan proyek yang diinginkan lihat Tabel 2.

6. Kesimpulan

Model pembelajaran berbasis proyek adalah penggerak yang unggul untuk membantu mahasiswa calon guru belajar melakukan tugas-tugas otentik dan multidisipliner, mengelola budget, menggunakan sumber-sumber yang terbatas secara efektif, dan bekerja dengan orang lain untuk memecahkan masalah dan menghasilkan suatu produk nyata yang diperlukan suatu kreatifitas mahasiswa tersebut khususnya pada mata kuliah program komputer. Ada bukti langsung maupun tidak langsung, baik dari dosen maupun mahasiswa, bahwa pembelajaran berbasis proyek menguntungkan dan efektif sebagai metode pembelajaran. sehingga melalui pembelajaran berbasis proyek akan meningkatkan kreatifitas mahasiswa calon guru matematika. dengan berbekal inilah mahasiswa calon guru matematika akan lebih mudah menguasai dan terlatih dalam hal teknologi sesuai dengan perkembangan zaman.

Dijaring dengan memberikan angket tanggapan dengan pilihan sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju baik itu pernyataan bersifat positif maupun bernilai negatif secara umum memberikan tanggapan yang positif terhadap pembelajaran berbasis proyek (PjBL) pada mata kuliah program computer karena sebagian besar mahasiswa merasa kreatifitasnya dalam mengembangkan proyek yang ditugaskan dapat diasah dan dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Best, John. W. (1982). *Metodologi Penelitian Pendidikan* (Terjemahan oleh Sanapiah Faisal). Surabaya: Usaha Nasional
- Collins, A., J.S. Brown and S.E. Newman (1989). « Cognitive apprenticeship : Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics », in L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning, and Instruction : Essays in Honor of Robert Glaser*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, p. 453-494.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2006). *Kurikulum 2006 Standar Kompetensi Mata Pelajaran Sains Sekolah menengah pertama* [Online] Tersedia : <http://www.puskur.com>
- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19, 319-335. ([HTML](#))
- Mergendoller, John R. and John W. Thomas, *Managing Project Based Learning: Principles from the Field* (2003) , The Buck Institute for Education, [PDF](#)
- Pehkonen, Erkki (1997). *The State-of-Art in Mathematical Creativity*. <http://www.fiz.karlsruhe.de/fiz/publications/zdm> ZDM Volum 29 (June 1997) Number 3. Electronic Edition ISSN 1615-679X
- Purnawan, Yudi. 2007. *Desain Penulisan : Deskripsi Model PBL/ Pembelajaran Berbasis Proyek*. From <http://yudipurnawan.wordpress.com/2007/12/18/deskripsi-model-pbl> pembelajaran-basis-proyek/

- Safrizal, R. (2010). *Lebih Jauh Tentang Pengertian Sikap Ilmiah*. [Online]. Tersedia: <http://www.rhynoblog.com/2010/06/lebih-jauh-tentang-pengertian-sikap.html> [4 Juni 2011]
- Silver, Edward A. (1997). *Fostering Creativity through Instruction Rich in mathematical Problem Solving and Thinking in Problem Posing*. <http://www.fiz.karlsruhe.de/fiz/publications/zdm> ZDM Volum 29 (June 1997) Number 3. Electronic Edition ISSN 1615-679X. didownload tanggal 6 Agustus 2002
- Wijaya A & Surya P. (2009). *Pemanfaatan Komputer sebagai Media Pembelajaran Matematika di SMP*. Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) Matematika

PENERAPAN METODE *THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING* (TAPPS) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIK SISWA SMP (Penelitian Eksperimen pada Siswa Kelas VIII di Salah Satu SMPN di Bandung)

Yuniawatika

Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
yuniawatika@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan yang timbul pada penelitian ini yaitu masih rendahnya kemampuan komunikasi matematik siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematik, serta respon siswa terhadap metode TAPPS. Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen yang meneliti tentang metode *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) dalam upaya meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa yang dilakukan di SMPN I Bandung dengan sampel kelas VIII sebanyak dua kelas diambil secara acak (random), selanjutnya disebut sebagai kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran matematika dengan metode TAPPS dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran dengan metode non-TAPPS (pembelajaran biasa). Berdasarkan hasil penelitian, baik dari hasil analisis data maupun pengujian hipotesis, maka penulis menyimpulkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa yang mendapat pembelajaran dengan metode TAPPS lebih baik dari siswa yang mendapat pembelajaran metode non-TAPPS (pembelajaran biasa). Selain itu, sebagian besar siswa menunjukkan respon yang positif terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, sudah selayaknya seorang guru untuk mencoba menggunakan metode TAPPS sebagai salah satu alternatif dalam pembelajaran sehingga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa khususnya dalam pembelajaran matematika.

Kata Kunci: *Metode Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS), Kemampuan Komunikasi Matematik*

1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini tidak terlepas dari kontribusi bidang matematika karena matematika merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi yang modern. Matematika selalu mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih. Untuk itu, bila kita ingin hidup di dunia yang selaras dengan teknologi yang semakin canggih maka kita harus menguasai matematika.

Berdasarkan gambaran di atas maka pembelajaran matematika di sekolah merupakan bagian yang penting karena jika tidak ada yang mau menekuni matematika maka dapat dipastikan dalam beberapa tahun tidak akan pernah lagi mendengar penemuan teknologi canggih yang baru. Pentingnya matematika di sekolah tampak pada diajarkannya matematika di setiap jenjang pendidikan mulai dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Matematika diajarkan di sekolah karena matematika memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* atau NCTM tujuan umum dari pembelajaran matematika (Yaniwati, 2006), yaitu: pertama, belajar untuk berkomunikasi (*mathematical communication*); kedua, belajar untuk bernalar (*mathematical reasoning*); ketiga, belajar untuk

memecahkan masalah (*mathematical problem solving*); keempat, belajar untuk mengaitkan ide (*mathematical connections*); dan kelima, pembentukan sikap positif terhadap matematika (*positive attitudes toward mathematics*). Semua itu lazim disebut *mathematical power* (daya matematika). Proses pengembangan *mathematical power* merupakan sebuah proses yang kompleks yang berarti siswa belajar matematika tidak hanya bergantung pada "apa" yang diajarkan, tapi juga bergantung pada "bagaimana" matematika itu diajarkan, atau bagaimana siswa belajar.

Hal di atas juga terjabarkan pada tujuan umum pembelajaran matematika siswa SMP (BSNP, 2006) yang menekankan agar siswa memiliki kompetensi sebagai berikut:

1. Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antarkonsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah.
2. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika.
3. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh.
4. Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah. matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.
5. Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Berdasarkan tujuan umum pembelajaran matematika terhadap pendidikan masa datang, khususnya matematika maka sangat diperlukan kemampuan siswa dalam komunikasi matematik. Karena kemampuan komunikasi matematik merupakan salah satu kompetensi dasar yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran matematika yang mencakup kegiatan siswa dalam menyampaikan laporan, gagasan dan ide, baik secara lisan maupun tulisan.

Terdapat beberapa alasan pentingnya kemampuan komunikasi siswa yang dikembangkan dalam pembelajaran matematika. Lindquist (Helmaheri, 2004:2) menyatakan bahwa jika kita sepakat bahwa matematika itu merupakan suatu bahasa dan bahasa tersebut sebagai bahasan terbaik dalam komunitas masyarakat pendidikan, maka mudah dipahami bahwa komunikasi merupakan esensi dari mengajar, belajar, dan meng-assess matematika. Pada pembelajaran matematika sehari-hari jarang sekali siswa diminta untuk mengkomunikasikan ide-idenya. Sehingga siswa sangat sulit memberikan penjelasan yang benar, jelas, dan logis atas jawabannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Cai, Lane, dan Jakabcsin (Helmaheri, 2004:3) bahwa sebagai akibat dari sangat jarangny para siswa dituntut untuk menyediakan penjelasan dalam pelajaran matematika, sehingga sangat sulit bagi mereka untuk berbicara tentang matematika. Yang terjadi adalah mereka akan sulit untuk mengemukakan pendapatnya atau diam saja.

Untuk mengurangi kejadian itu menurut Pugalee (Helmaheri, 2004:3), dalam pembelajaran matematika siswa perlu dibiasakan untuk memberikan argumen atas setiap jawabannya serta memberikan tanggapan atas jawaban yang diberikan oleh orang lain, sehingga apa yang sedang dipelajari menjadi lebih bermakna baginya. Hal ini berarti bahwa dalam pembelajaran adalah penting memberikan waktu bagi siswa untuk berdiskusi dalam menjawab, menanggapi pertanyaan dan pernyataan orang lain dengan argumentasi yang benar dan jelas.

Uraian di atas menunjukkan bahwa belajar dengan melakukan dan mengomunikasikan sangatlah penting. Oleh karena itu, komunikasi matematik siswa SMP perlu ditingkatkan agar diperoleh hasil yang lebih baik dalam pelajaran matematika.

Alternatif metode pembelajaran dalam upaya meningkatkan komunikasi matematik siswa dalam penelitian ini adalah metode TAPPS (*Thinking Aloud Pair Problem Solving*) yang diperkenalkan oleh Claparade. Selanjutnya metode *Thinking Aloud Pair Problem Solving* cukup ditulis TAPPS. Aktivitas metode TAPPS dilakukan dalam kelompok kecil yang heterogen hal ini memungkinkan terjadinya interaksi yang positif antar siswa sehingga dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa

dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika. Setiap kelompok berpasangan sesuai dengan kependekan dari TAPPS yaitu *Pair* = berpasangan.

Metode TAPPS adalah metode pembelajaran pemecahan masalah yang melibatkan dua orang siswa bekerja sama untuk memecahkan masalah. Satu orang siswa berperan menjadi *problem solver* yang memecahkan masalah dan menyampaikan semua gagasan dan pemikirannya selama proses memecahkan masalah kepada pasangannya. Pasangan *problem solver* berperan sebagai *listener* yang mengikuti dan mengoreksi dengan cara mendengarkan seluruh proses *problem solver* dalam memecahkan masalah. Setelah menyelesaikan masalah, kemudian bertukar peran sehingga semua siswa memperoleh kesempatan menjadi *problem solver* dan *listener*. Metode TAPPS ini telah diterapkan oleh Stice (1987) yang menjanjikan adanya peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa jika dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional serta Johnson (1999) yang menemukan dampak positif dari metode TAPPS dalam keterampilan memecahkan masalah di teknik elektrik pada jurusan penerbangan. Kedua penelitian tersebut menekankan pada peningkatan prestasi belajar (kemampuan pemecahan masalah) sedangkan kemampuan komunikasi matematik dan respon siswa terhadap metode TAPPS sepanjang pengetahuan peneliti belum diteliti.

Sebagai tindak lanjut, peneliti berkeinginan untuk mengetahui apakah penerapan metode TAPPS ini dapat meningkatkan komunikasi matematik siswa serta bagaimanakah respon siswa terhadap metode TAPPS. Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai PENERAPAN METODE *THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING* (TAPPS) UNTUK MENINGKATKAN KOMUNIKASI MATEMATIK SISWA SMP.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas, maka permasalahan penelitian yang akan diselidiki dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut: 1) Apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP yang memperoleh pembelajaran matematika menggunakan metode TAPPS lebih baik daripada yang menggunakan metode non-TAPPS (pembelajaran biasa)? 2) Bagaimanakah respon siswa terhadap penerapan pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS?

Untuk menghindari luasnya masalah yang dikaji dalam penelitian ini, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada pokok bahasan bangun ruang sisi datar (Kubus dan Balok) dan subjek penelitian adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Bandung serta strategi dalam memecahkan masalah menggunakan tahap Polya.

Secara umum, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah metode TAPPS dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP. Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah untuk: 1) mengetahui peningkatan kemampuan komunikasi matematik antara siswa yang memperoleh pembelajaran matematika menggunakan metode TAPPS dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran matematika menggunakan metode non-TAPPS, dan 2) mengetahui respon siswa terhadap penerapan pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode kuasi eksperimen. Dan sampel diambil dua kelompok yang ditentukan oleh pihak sekolah yang terkait, kelompok pertama mendapat pembelajaran dengan menggunakan metode TAPPS dan kelompok kedua mendapatkan metode *non-TAPPS*. Pada awal dan akhir pembelajaran kedua kelas diberi tes sehingga desain penelitiannya (Ruseffendi, 1994:45), adalah sebagai berikut :

$$\begin{array}{ccc} O & X & O \\ \hline O & & O \end{array}$$

Keterangan:

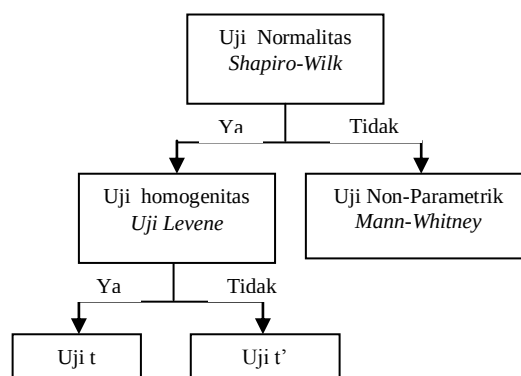
O= Pretes = Postes

X= Pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS.

Instrumen Penelitian yang digunakan dalam seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini adalah tes kemampuan komunikasi matematik dan non-tes (jurnal harian, angket, lembar observasi, dan wawancara).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMPN I Bandung kelas VIII, sedangkan sampelnya di ambil 2 kelas, kelas yang satu menjadi kelas eksperimen (eksperimen I) dan kelas yang lain menjadi kelas kontrol.

Pengolahan data tes menggunakan SPSS dengan alur prosedur pengolahan data dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1
Prosedur Pengolahan Data Tes

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian statistik data hasil postes dengan menggunakan SPSS diperoleh (Sig.) uji *Mann-Whitney* sebesar 0,000, karena $0,000 < 0,05$ artinya H_0 ditolak. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan komunikasi matematik siswa SMP melalui pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS (*Thinking Aloud Pair Problem Solving*) lebih baik secara signifikan daripada siswa yang mendapat pembelajaran matematika dengan menggunakan metode non-TAPPS (Pembelajaran biasa).

Berdasarkan pengujian statistik data hasil indeks gain dengan menggunakan metode TAPPS diperoleh (Sig.) uji *Mann-Whitney* sebesar 0,000, karena $0,000 < 0,05$ artinya H_0 ditolak. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP yang memperoleh pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS secara signifikan lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran matematika dengan menggunakan metode non-TAPPS (Pembelajaran biasa).

Dengan demikian penerapan metode TAPPS dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematik. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Whimbey dan Lochhead (1987) serta Slavin (1995) bahwa metode ini terbukti efektif dalam membantu siswa belajar karena dapat membentuk suatu pemahaman mendalam terhadap suatu konsep.

Ditinjau berdasarkan klasifikasi angket respon siswa yang digolongkan ke dalam klasifikasi: respon terhadap matematika dan pembelajarannya sebelum diterapkan TAPPS memiliki rata-rata sebesar 3,26, respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan metode TAPPS memiliki nilai rata-rata respon siswa sebesar 3,61. Dari hasil angket respon siswa dapat diungkapkan, bahwa pada umumnya respon siswa positif terhadap pembelajaran dengan metode TAPPS dapat dilihat dari angket respon siswa yang sebagian besar siswa lebih menyukai pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS jika dibandingkan dengan pembelajaran biasa dan sebagian besar siswa juga menginginkan materi lain diajarkan dengan menggunakan metode TAPPS. Hal ini sejalan dengan pendapat sebagian siswa ketika diwawancara. Mereka merasa senang karena dalam

pembelajaran matematika dengan metode TAPPS ini mereka tidak lagi menerima konsep secara utuh tetapi siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran untuk menemukan konsep. Dengan demikian metode ini merupakan salah satu pendukung tujuan umum pembelajaran matematika siswa SMP (BSNP, 2006) diantaranya menekankan agar siswa memiliki kompetensi mengomunikasikan gagasan dengan simbol, Tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah.

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dari pretes dan postes, lembar observasi, jurnal harian, angket dan wawancara, maka diperoleh kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan di kelas VIII SMPN 1 Bandung sebagai berikut:

1. Peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP yang memperoleh pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS (*Thinking Aloud Pair Problem Solving*) secara signifikan lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran matematika dengan menggunakan metode non-TAPPS (Pembelajaran biasa).
2. Sebagian besar siswa menunjukkan respon yang positif terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Dengan kata lain, pembelajaran matematika dengan menggunakan metode TAPPS dapat meningkatkan sikap positif terhadap matematika. Hal ini ditunjukkan melalui pendapat siswa dalam angket maupun pada hasil wawancara.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, maka diajukan beberapa saran berikut ini:

1. Pembelajaran dengan metode TAPPS merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan guru matematika dalam menyajikan materi matematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa.
2. Metode TAPPS memerlukan waktu yang relatif lama dalam proses pembelajarannya, sehingga diperlukan persiapan yang matang agar pembelajaran dapat berjalan dengan lancar.
3. Untuk mengurangi kelemahan siswa dalam menyelesaikan soal-soal komunikasi matematik yaitu memberikan penjelasan dan memeriksa kembali jawaban hendaknya siswa membiasakan kegiatan tersebut dalam pembelajaran. Siswa selalu diminta memberikan penjelasan atas jawabannya. Demikian juga dalam setiap jawaban atas soal siswa diajak untuk memeriksa kembali jawaban tersebut.
4. Untuk penelitian lebih lanjut hendaknya penelitian ini dapat dilengkapi dengan meneliti aspek-aspek lain secara lebih terperinci yang belum terjangkau oleh penulis saat ini. (Seperti: Pengaruh TAPPS terhadap aspek Koneksi, Penalaran, dan pembuktian serta Pemahaman Konsep)

DAFTAR PUSTAKA

- BSNP. (2006). *Draf Final Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan: Standar Kompetensi Mata Pelajaran Matematika SMP dan MTs*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Helmaheri. (2004). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi Dan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SLTP Melalui Strategi Think-Talk-Write Dalam Kelompok Kecil*. Tesis PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan.

- Kyungmoon, Jeon. (2005). *The Effects of Thinking Aloud Pair Problem Solving on High School Students' Chemistry Problem-Solving Performance and Verbal Interactions* [Online]. Tersedia: <http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2005/OctACS/ACSSub/V82N10/p1558.pdf> [16 Desember 2006]
- Johnson, Scott D. (2005). *The Effect of Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS) on the Troubleshooting Ability of Aviation Technician Students* [Online]. Tersedia: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v37n1/john.html> [03 Agustus 2008]
- Ruseffendi, E.T. (1994). *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: IKIP Semarang Press.
- Slavin. (1995). *Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS)* [Online]. Tersedia: <http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/tapps.htm> [16 Desember 2006]
- Stice, J.E. (1987). *Teaching Problem Solving* [Online]. Tersedia: http://www.wcsi.unian.it/educa/problemsolving/stice_ps.html [16 Desember 2006]
- Yaniwati, Popy. (2006). *"Mengajar (Menyenangi) Matematika"*. Pikiran Rakyat (27 Maret 2006).

POLA DAN KEKELIRUAN MATEMATIKA, TINJAUAN TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN

Wahidin

Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UHAMKA
headymatic@yahoo.com

ABSTRAK

Matematika adalah ilmu tentang pola. Secara khusus ketika mempelajari matematika, maka kita mempelajari tentang pola, keteraturan, dan hubungan. Bahkan dalam pemecahan masalah matematik menjadi lebih mudah jika menggunakan ataupun menemukan pola. Menemukan pola merupakan salah satu indikator dari kemampuan penalaran matematik, sehingga mewarnai konstruksi bangunan matematika. Bahwa matematika itu tidak terpisahkan dengan penalaran itu sendiri. Mengikuti pola dalam matematika terkadang akan menimbulkan kekeliruan matematik atau paradoksal, oleh karena itu perlu hati-hati dengan pola, terutama yang mengarah kepada penalaran induktif. Banyak sekali pengerjaan matematika yang secara aljabar itu benar, namun pada hakikatnya mengandung kekeliruan yang fatal ataupun kesalahan konsep. Tulisan ini menyajikan berbagai kekeliruan matematik yang nampak benar dalam pola-pola tertentu ditinjau dari aspek kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematik. Pola dan kekeliruan matematik ini cocok untuk disajikan dalam mengawali ataupun mengakhiri pembelajaran matematika di kelas, sehingga dapat merangsang berpikir siswa. Tulisan ini menengahkan pola dan kekeliruan matematik pada konsep pecahan, bilangan prima, barisan-deret tak hingga, akar, pengukuran, dan trigonometri. Sedangkan kemampuan matematik yang dilibatkan adalah analogi, generalisasi, mencari pola, menyusun konjektur, dan pembuktian.

Kata Kunci: pola, kekeliruan matematik, penalaran matematik, pemecahan masalah matematik.

1. Pendahuluan

Matematika merupakan pelajaran yang menakutkan bagi sebagian siswa, dan menggejala baik di tingkat SD, SMP, maupun SMA (Turmudi, 2008). Akan tetapi bagi sebagian yang lain, penguasaan terhadap matematika menjadi sebuah kebanggaan, kedigdayaan tersendiri.

Bisa dibayangkan kalau dunia tanpa matematika, dunia tanpa angka nol (bahwasannya dunia digital dikonstruksi dengan deretan 101010101...). Kita akan banyak kehilangan teknologi yang berbasis digital.

NCTM(2000), menetapkan standar-standar kemampuan matematik seperti pemecahan masalah, penalaran dan pembuktian, komunikasi, koneksi, dan representasi, sebagai tujuan pembelajaran matematika yang harus dicapai oleh siswa. Semua kemampuan ini harus terintegrasi ke dalam standar isi pelajaran matematika, kemudian diharapkan melampaui ulangan (ujian nasional) matematika yang sementara ini mengukur hasil belajar rutin.

Sumarmo (2005) mengatakan bahwa pembelajaran matematika hendaknya mengutamakan daya matematika siswa yang meliputi kemampuan menggali, menyusun konjektur dan menalar secara logik, menyelesaikan soal yang tidak rutin, dan pemecahan masalah.

Demikian pula dalam dokumen KTSP (Depdiknas, 2006) menetapkan tujuan pembelajaran matematika agar peserta didik memiliki kemampuan: ... 2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika.

Hasil studi *NAEP* menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada permasalahan yang menuntut kemampuan penalaran maupun kemampuan pemecahan masalah (Suherman dkk, 2003).

Survey yang dilakukan oleh JICA-IMSTEP pada tahun 1999 di Bandung, kegiatan bermatematika yang dipandang sulit oleh siswa maupun guru matematika SMP adalah justifikasi atau pembuktian, pemecahan masalah yang memerlukan penalaran matematika, menemukan generalisasi atau konjektur, dan menemukan hubungan antara fakta-fakta yang diberikan (Suryadi, 2005).

2. Kajian Teori

2.1. Hakikat Matematika

Matematika dalam bahasa Belanda disebut *Wiskunde* atau ilmu pasti yang berkaitan dengan penalaran. Ciri utama matematika adalah penalaran deduktif, yaitu kebenaran suatu konsep (pernyataan) sebagai akibat logis dari kebenaran konsep sebelumnya, sehingga kaitan antara konsep dalam matematika bersifat konsisten (Depdiknas, 2006). Riedesel, Schwartz, dan Clements (1996) menulis beberapa alasan kenapa matematika perlu diajarkan, di antaranya yang bersesuaian dengan tulisan ini, bahwa matematika adalah suatu aktivitas untuk menemukan dan mempelajari **pola** maupun hubungan, cara berpikir dan alat untuk berpikir.

Secara etimologis, matematika berarti ilmu pengetahuan yang diperoleh dengan **bernalar**, ia lebih menekankan aktivitas dalam dunia rasio (penalaran). Kemampuan bernalar ini dapat dilihat dari cara memecahkan persoalan-persoalan matematika maupun persoalan-persoalan kehidupan (Suherman, dkk., 2003). Matematika merupakan penggolongan dan penelaahan tentang **pola** (Hudoyo, 1990).

2.2. Penalaran Matematik

Shadiq (2004) memandang penalaran sebagai proses pencapaian kesimpulan logis berdasarkan fakta dan sumber yang relevan. Berkaitan dengan tulisan ini, indikator penalaran matematik (Sumarmo, 2005), di antaranya siswa dapat: ... 4) Menggunakan **pola** dan hubungan untuk menganalisis situasi matematik, 5) Menyusun dan menguji **konjektur**, 6) Merumuskan lawan contoh, ...

Depdiknas (2006) menyatakan bahwa materi matematika dan penalaran matematik adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan, yaitu materi matematika dipahami melalui penalaran dan penalaran dipahami dan dilatihkan melalui belajar materi matematika. Penalaran menjadi penting untuk memecahkan masalah kehidupan nyata. Secara garis besar terdapat dua jenis penalaran yaitu penalaran induktif dan penalaran deduktif.

2.3. Pola Matematika

Matematika adalah ilmu tentang pola (Sumarmo, 2012). Pola adalah sebuah susunan yang mempunyai bentuk yang teratur dari bentuk yang satu ke bentuk berikutnya. Ia mempertahankan keteraturan melalui pengulangan (repetisi). Bahwasannya suatu bentuk yang sederhana jika diulang-ulang secara teratur maka akan membentuk suatu pola tertentu. Untuk hal bilangan dalam matematika, jika disusun secara teratur menurut selisih ataupun perbandingan, maka akan terbentuk pola bilangan.

Menurut Hudoyo (2003), objek penelaahan matematika tidak sekedar kuantitas, tetapi lebih ditekankan kepada hubungan, **pola**, bentuk, dan struktur. Pada kesempatan yang lain Hudoyo (1990) mengatakan bahwa, matematika sebagai teori logika deduktif yang berkenaan dengan hubungan-hubungan yang bebas dari isi materialnya dengan hal-hal yang ditelaah, penggolongan dan penelaahan tentang **pola**, berkenaan dengan ide abstrak yang tersusun secara hirarkis dan penalarannya deduktif.

The process of "doing" mathematics is far more than just calculation or deduction; it involves observation of **patterns**, testing of **conjectures**, and estimation of results. Mathematics is a science of **pattern** and **order** (Hill et al., 1989).

2.4. Kekeliruan Matematik

Kekeliruan-kekeliruan dalam matematika pada berbagai buku dan tulisan terangkum dalam istilah *mathematical paradoxal* atau *mathematical fallacies*. Dalam beberapa buku, kekeliruan matematik juga terangkum dalam konsep *Mathematical Recreational*. Bahwa keseriusan dan kekokohan abstraksi matematika perlu disajikan dengan hiburan-hiburan (oleh guru), sehingga siswa merasakan keindahan matematika yang mereka pelajari. Dalam pengerjaan matematik berkenaan dengan kekeliruan matematik ini, akan banyak menggunakan hukum pencoretan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Candamatika

Salah Nanya

$2 + \dots = 5$, berapa titik-titiknya? $\rightarrow 3$

$3 + \dots = 7$, berapa titik-titiknya? $\rightarrow 4$

$4 + \dots = 5$; berapa titik-titiknya? $\rightarrow 2$

$3 + \square = 8$, berapa kotaknya? $\rightarrow 1$

Salah Nyoret

$10 - 0 = 1$	8 dibagi dua $\begin{array}{l} \nearrow 8 = 0 \\ \searrow 8 = 3 \end{array}$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{\quad}$	$\frac{\sin x}{n} = 6$

Salah Paham

Guru: $\lim_{x \rightarrow 8} \frac{1}{8-x} = \infty$	Murid: $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{1}{4-x} = \infty$

3.2. Kekeliruan Pecahan

Materi pecahan untuk siswa kelas VII SMP dapat disajikan dengan menunjukkan hubungan-hubungan berikut:

$$\frac{16}{64} = \frac{1}{4}; \text{ hapuskan saja } 6$$

$$\frac{19}{95} = \frac{1}{5}; \text{ hapuskan saja } 9$$

$$\frac{26}{65} = \frac{2}{5}; \text{ hapuskan saja } 6$$

Bisa jadi ada siswa yang akan memberlakukan pencoretan seperti di atas dan kemudian mengklaim bahwa

$$\frac{12}{23} = \frac{12}{23} = \frac{1}{3}$$

adalah benar yaitu dengan cara menghapuskan saja 2 (Posamentier, 2003).

3.3. Generalisasi yang Keliru

Sebuah generalisasi dapat dibuktikan ketidakbenarannya dengan menyajikan satu contoh penyangkal. Perumusan lawan contoh sebagai penyangkal ini merupakan salah satu indikator dari kemampuan penalaran matematik (Sumarmo, 2005). Prinsip pembuktian dengan contoh penyangkal ini dapat dilihat pada proposisi berikut ini

$$\forall x \in A \Rightarrow p(x)$$

Penyangkal

$$\exists a \in A \ni \neg p(a)$$

Proposisi Bilangan Prima

Perhatikan proposisi

$$\forall n \in \mathbb{N} \Rightarrow n(n+1) + 41$$

$[n(n+1) + 41]$ merupakan bilangan prima untuk semua bilangan asli n (Hudoyo, 2003).

Kita investigasi data-data yang terbentuk untuk beberapa bilangan asli pertama.

$$n = 1 \rightarrow n(n+1) + 41 = 1(1+1) + 41 = 43$$

$$n = 2 \rightarrow 2(1+2) + 41 = 47$$

$$n = 3 \rightarrow 3(1+3) + 41 = 53$$

$$n = 4 \rightarrow 4(1+4) + 41 = 61$$

Berdasarkan data-data induktif di atas, maka kita dapat menyimpulkan bahwa $n(n+1) + 41$ adalah bilangan prima. Berikut disajikan hasil untuk semua nilai $n \leq 40$

Tabel 1
Nilai $n(n+1) + 41$; $n \leq 40$

n	$n(n+1) + 41$	n	$n(n+1) + 41$	n	$n(n+1) + 41$	n	$n(n+1) + 41$
1	43	11	173	21	503	31	1033
2	47	12	197	22	547	32	1097
3	53	13	223	23	593	33	1163
4	61	14	251	24	641	34	1231
5	71	15	281	25	691	35	1301
6	83	16	313	26	743	36	1373
7	97	17	347	27	797	37	1447
8	113	18	383	28	853	38	1523
9	131	19	421	29	911	39	1601
10	151	20	461	30	971	40	1681

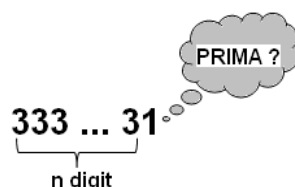
Ternyata untuk $1 \leq n \leq 39$, memberikan nilai $n(n+1) + 41$ yang merupakan bilangan prima. Sedangkan untuk $n = 40$ diperoleh

$$\begin{aligned} n(n+1) + 41 &= 40(40+1) + 41 \\ &= 40(41) + 41 \\ &= (40+1)41 \\ &= 41 \times 41 \\ &= 1681 \end{aligned}$$

yang merupakan bilangan kuadrat.

Apakah Bilangan Prima ?

Perhatikan pola penyusunan bilangan deretan 3 dan 1. Apakah bilangan 333 ... 31 merupakan bilangan prima?



Sekarang kita observasi untuk $n = 1, 2, 3$ yang memberikan hasil

31 ; prima
331 ; prima
3331 ; prima

Dapatkah disimpulkan bahwa bilangan dengan deretan angka 3 yang diakhiri dengan 1 merupakan bilangan prima? Sehingga 333 ... 31 merupakan bilangan prima.

Kita observasi lagi untuk $n = 4, 5, 6, 7$ dengan hasil

33331 ; prima
333331 ; prima
3333331 ; prima
33333331 ; prima

yang ternyata masih merupakan bilangan prima.

Akan tetapi, untuk $n = 8$, diperoleh **333333331** yang bukan merupakan bilangan prima, karena terdapat **17** anggota bilangan asli, sedemikian sehingga

$$\frac{333333331}{17} = 19607843$$

Jadi bilangan **333 ... 31** tidak dapat digeneralisir sebagai bilangan prima (Jones, 2007).

3.4. Kekeliruan Pengakaran

Perkalian Bentuk Akar ($-1 = 1$)

Diketahui $\sqrt{a \times b} = \sqrt{a} \times \sqrt{b}$. Juga diketahui bahwa $(\sqrt{p})^2 = p$. Berdasarkan rumusan ini, kita akan menghitung hasil dari $\sqrt{-1} \times \sqrt{-1}$.

Sebagian dari kita mungkin akan mengerjakannya dengan bentuk

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = \sqrt{(-1)(-1)} = \sqrt{+1} = 1$$

Sebagian yang lain boleh jadi akan mengerjakannya dengan cara

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = (\sqrt{-1})^2 = -1$$

Penyederhanaan Bentuk Akar ($-2 = 2$)

$$\begin{aligned}\sqrt{(-8)^{\frac{2}{3}}} &= \sqrt{((-8)^2)^{\frac{1}{3}}} = \sqrt{(64)^{\frac{1}{3}}} = (\sqrt{64})^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{8} = 2 \\ \sqrt{(-8)^{\frac{2}{3}}} &= \sqrt{\left((-8)^{\frac{1}{3}}\right)^2} = (-8)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{-8} = -2\end{aligned}$$

Tentu saja $-2 \neq 2$, lalu mana yang benar? Kita dapat menginvestigasi permasalahan kekeliruan pengakaran ini dengan menggunakan alat komputasi.

3.5. Kekeliruan Geometri-Pengukuran

Konversi Satuan Massa ($1\text{kg} = 100\text{ons}$)

Berikut disajikan masalah konversi satuan dari pengukuran massa yang dinilai sebagai sebuah kekeliruan. Telah diketahui bahwa

$$\begin{aligned}4\text{ kg} &= 40\text{ ons} \\ \frac{1}{2}\text{ kg} &= 5\text{ ons}\end{aligned}$$

Kalikan kedua persamaan tersebut, diperoleh (perkalian masing-masing ruas)

$$(4 \times \frac{1}{2})\text{ kg} = (40 \times 5)\text{ ons}$$

$$2 \text{ kg} = 200 \text{ ons}$$

Berarti $1 \text{ kg} = 100 \text{ ons}$?

Kekeliruan ini menarik untuk menjadi pemicu dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan konflik kognitif, di mana konversi satuan berikut perkalian ataupun faktornya menjadi penting untuk dikuasai oleh siswa.

Kebenaran pengoperasian konsep konversi satuan ini dapat dilihat sebagai berikut:

$$4 \text{ kg} = 40 \text{ ons}$$

$$\frac{1}{2} \text{ kg} = 5 \text{ ons}$$

Perkalikankedua persamaan tersebut, memberikan hasil

$$(4 \text{ kg} \times \frac{1}{2} \text{ kg}) = (40 \text{ ons} \times 5 \text{ ons})$$

$$(4 \times \frac{1}{2}) \text{ kg}^2 = (40 \times 5) \text{ ons}^2$$

$$2 \text{ kg}^2 = 200 \text{ ons}^2$$

$$\text{Berarti } 1 \text{ kg}^2 = 100 \text{ ons}^2$$

$$1 (10 \text{ ons})^2 = 100 \text{ ons}^2$$

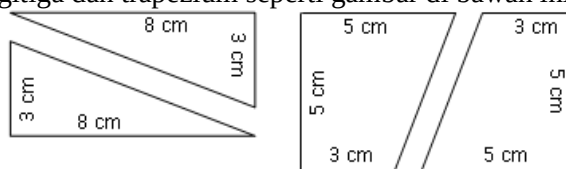
$$100 \text{ ons}^2 = 100 \text{ ons}^2$$

; setarakan satuan dalam ons atau kg

Kekeliruan konversi pengukuran yang ditampilkan di atas, berkenaan dengan operasi aljabar $4 \text{ kg} \times \frac{1}{2} \text{ kg}$ yang seharusnya dituliskan sebagai 2 kg^2 , kemudian dikonversikan kedalam ons^2 menjadi $1 \text{ kg}^2 = 100 \text{ ons}^2$.

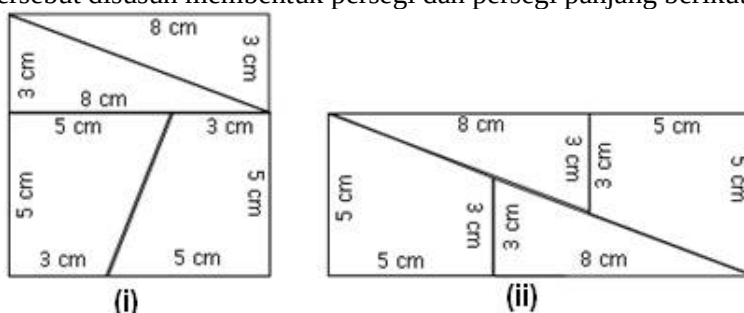
Luas Bangun Datar ($64 = 65$)

Diberikan bangun datar segitiga dan trapezium seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3
Puzzle Segi Empat

Bangun-bangun tersebut disusun membentuk persegi dan persegi panjang berikut:



Gambar 4
Susunan Puzzle Segi Empat

Luas persegi = 64 cm^2 sedangkan luas persegi panjang = 65 cm^2 . Padahal keduanya tersusun dari segitiga dan trapesium yang sama.

3.6. Kekeliruan Aljabar

Faktor Aljabar ($2 = 1$)

Hasil pemikiran yang keliru umumnya menjadi perhatian bagi murid-murid yang belajar matematika (Sobel-Maletsky, 2002)

$$\begin{aligned}
 &\text{Andaikan } x = y \text{ ; dikalikan } x \\
 &\quad x^2 = xy \quad \text{ ; dikurang } y^2 \\
 &\quad x^2 - y^2 = xy - y^2 \text{ ; difaktorkan} \\
 &(x - y)(x + y) = y(x - y) \text{ ; dibagi } (x - y)^* \\
 &\quad (x + y) = y \quad \text{ ; ganti } x \text{ dengan } y \\
 &\quad 2y = y \quad \text{ ; dibagi } y \\
 &\quad 2 = 1
 \end{aligned}$$

Kesalahan yang dilakukan di sini adalah pembagian dengan $(x - y)^*$, padahal $x = y$, berarti kita telah melakukan pembagian dengan nol (tak terdefinisi).

Sistem Persamaan Linier 3 Variabel

Diberikan paket harga makanan sebagai berikut:

Tabel 2
Daftar Harga Paket Makanan

Makanan	Paket I	Paket II
Gorengan	7	10
Teh manis	5	7
Nasi uduk	3	4
Total Harga	Rp 30.000,-	Rp 45.000,-

Tentukan harga yang harus dibayarkan apabila membeli masing-masing satu buah gorengan, teh manis, dan nasi uduk.

Permasalahan ini dapat dimodelkan menjadi:

$$10G + 7T + 4N = 45.000$$

$$7G + 5T + 3N = 30.000$$

Nampak bahwa sistem persamaan linier tiga variabel yang tidak diketahui hanya dengan dua persamaan. Jelas menurut aturannya SPLTV tidak dapat diselesaikan.

Untuk mencari harga $G + T + N$, kita cukup melakukan manipulasi pengali, yaitu persamaan pertama dikali 3 sedangkan persamaan kedua dikali 2, sehingga didapat

$$\begin{array}{rcl}
 21G + 15T + 9N & = & 90.000 \\
 20G + 14T + 8N & = & 90.000 \quad - \\
 \hline
 G + T + N & = & 0 \quad \text{ ; GRATIS}
 \end{array}$$

Akan ada yang mempersoalkan kenapa gratis? Itu mustahil. Ya namanya juga hiburan matematika. Hal ini mengajarkan kepada kita bahwa berpikir secara keseluruhan terkadang lebih baik dari pada berpikir parsial.

3.7. Kekeliruan Deret Takhingga

Deret ganti Tanda ($0 = 1$)

Diberikan deret ganti tanda jenis deret takhingga.

$$S_1 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots$$

Tugas kita sekarang adalah menghitung jumlah deret tersebut, dengan mengelompokkannya dalam $(1 - 1)$.

$$S_1 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = (1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1) + \dots = 0 + 0 + 0 + 0 + \dots = 0$$

Pengelompokkan bentuk lain:

$$S_1 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = 1 - (1 - 1) - (1 - 1) - (1 - 1) - \dots = 1 - 0 - 0 - 0 - \dots = 1$$

Deret Pangkat(-1 adalah Positif)

Deret takhingga berikut merupakan deret pangkat dengan bilangan pokok 2.

$$S_2 = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + \dots \quad (*)$$

Dituliskan dengan notasi sigma, yaitu

$$S_2 = \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n-1}$$

Deret ini jelas memberikan hasil bilangan yang positif.

Deret (*) dapat kita ubah bentuknya seperti di bawah ini

$$S_2 - 1 = 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + \dots \quad (**)$$

Kalikan persamaan (*) dengan 2, diperoleh

$$2S_2 = 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + \dots \quad (***)$$

Dari (**) dan (***) didapat bahwa

$$\begin{aligned} 2S_2 &= S_2 - 1 \\ S_2 &= -1 \end{aligned}$$

Hasilnya bilangan negatif, sedangkan jelas diketahui sebelumnya bahwa S_2 merupakan bilangan positif.

Kekeliruan ini terjadi karena kita melakukan suatu operasi hitung terhadap sesuatu yang takhingga. Kita tidak dapat memprediksi ujung dari $S_1 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots$, apakah -1 atau 1? Sehingga tidak dapat menentukan jumlahnya. Begitu pula deret S_2 , bahwa $2S_2 \neq S_2 - 1$, yang sesungguhnya deret S_2 tidak dapat ditentukan jumlahnya, karena merupakan deret takhingga dengan $r > 1$.

3.8. Kekeliruan Trigonometri (0 = 4)

Kita telah mengetahui salah satu identitas trigonometri, yaitu

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

Penemuan dan pembuktian rumus ini dapat menggunakan sistem koordinat kutub ataupun teorema Pythagoras, untuk hal tersebut, dapat dilihat pada buku kalkulus ataupun buku-buku trigonometri. Sekarang kita akan melakukan manipulasi aljabar untuk identitas tersebut.

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$$

$$\begin{aligned} \sin^2 x &= 1 - \cos^2 x \\ \sin x &= \sqrt{1 - \cos^2 x} \\ 1 + \sin x &= 1 + \sqrt{1 - \cos^2 x} \\ (1 + \sin x)^2 &= \left(1 + \sqrt{1 - \cos^2 x}\right)^2 \end{aligned}$$

Pada bentuk yang terakhir ini, akan menjadi keliru jika kita mensubstitusikan nilai-nilai sudut tertentu. Misalnya jika diambil nilai $x = 270^\circ$, tentu dengan hasil $\cos 270^\circ = 0$ dan $\sin 270^\circ = -1$; sehingga didapat solusi

$$\begin{aligned} (1 - 1)^2 &= \left(1 + \sqrt{1 - 0}\right)^2 \\ 0 &= 4 \end{aligned}$$

Untuk nilai $x = 180^\circ$, maka $\cos 180^\circ = -1$ dan $\sin 180^\circ = 0$; yang memberikan hasil

$$(1 + 0)^2 = (1 + \sqrt{1 - (-1)})^2$$

$$1 = (1 + \sqrt{2})^2$$

Jelas $0 \neq 4$ dan $1 \neq (1 + \sqrt{2})^2$. Padahal nilai $x = \{180^\circ, 270^\circ\}$ akan memberikan kesmaan yang benar jika disubstitusikan ke $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$.

4. Kesimpulan

Matematika adalah ilmu tentang pola, keteraturan, dan hubungan. Pengenalan dan penemuan pola membantu dalam membuat konjektur, generalisasi, dan pemecahan masalah matematik. Beberapa pola dalam matematika terkadang menimbulkan kekeliruan matematika, sehingga penalaran induktif tidak sepenuhnya bisa diterima sebagai kebenaran. Pola dan kekeliruan matematik ini cocok untuk disajikan dalam mengawali ataupun mengakhiri pembelajaran matematika di kelas, sehingga dapat merangsang berpikir siswa.

5. Daftar Rujukan

- Depdiknas. 2006. *Kurikulum 2006 Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs*. Jakarta: Dirjen Manajemen Dikdasmen Departemen Pendidikan Nasional.
- NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA : NCTM
- Hill, Shirley A. Griffiths, Phillip A. and Bucy, J. Fred. 1989. *Everybody Counts: A Report to the Nation on the Future of Mathematics Education*. NRC-Mathematical Sciences Education Board. Washington D.C.: National Academy Press.
- Hudoyo, H. 1990. *Strategi Mengajar Belajar Matematika*. Malang: IKIP Malang.
- _____. 2003. *Pengembangan Kurikulum Pembelajaran Matematika*. Malang: Depdiknas-JICA-UM.
- Jones, Tim Glynee. 2007. *The Book of Numbers*. London: Arcturus.
- Posamentier, Alfred S. 2003. *Math Wonders, to Inspirate Teachers and Students*. Virginia USA: ASCD.
- Riedesel, C. A., Schwartz, J. E., and Clements, D. H. 1996. *Teaching Elementary School Mathematics*. Boston: Allyn & Bacon.
- Shadiq, F. 2004. *Penalaran, Pemecahan Masalah, dan Komunikasi Dalam Pembelajaran Matematika*. Disajikan pada Diklat Instruktur Matematika SMP Jenjang Dasar, 10–23 Oktober 2004. Dirjen Dikdasmen PPPG Matematika Jogjakarta.
- Suherman, E. dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Depdiknas-JICA-UPI.
- Sumarmo, U. 2005. *Pembelajaran Matematika untuk Mendukung Pelaksanaan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Makalah pada Pertemuan MGMP Matematika SMPN I Tasikmalaya. [12 Februari 2005].
- _____. 2012. *Bahan Belajar Proses Berpikir Matematik*. Bandung: Program S2 Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi. [tidak diterbitkan].

- Suryadi, D. 2005. *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Disertasi PPs UPI: Tidak diterbitkan.
- Turmudi.2008. *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika (berparadigma Eksploratif dan Investigasi)*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.

MENINGKATKAN *ADVANCED MATHEMATICAL THINKING* MAHASISWA DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN APOS

Elda Herlina

Dosen STAIN Batusangkar Sumatera Barat
herlin_stain@yahoo.co.id

ABSTRAK

Makalah ini membahas tentang kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* (AMT), yang meliputi kemampuan dalam proses representasi, abstraksi, kreativitas matematika, dan pembuktian matematika mahasiswa. Di Indonesia kemampuan AMT mahasiswa kurang mendapat perhatian, hal ini terlihat dari masih langkanya hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan AMT, sehingga berdasarkan pengalaman mengajar terlihat bahwa kemampuan AMT mahasiswa masih rendah. Padahal mahasiswa sebagai calon guru diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir siswa yang diajarnya. Selain itu pentingnya kemampuan AMT berkaitan dengan pentingnya penguasaan kompetensi matematika untuk kehidupan peserta didik, seperti yang terdapat pada standar kompetensi lulusan oleh pemerintah melalui Permen 23 tahun 2006. Tiga hal dasar yang menjadi pertanyaan dalam makalah ini yaitu: 1. Apa itu *Advanced Mathematical Thinking*?, 2. Bagaimana Mengembangkan *Advanced Mathematical Thinking* mahasiswa?

Kata Kunci: *Advanced Mathematical Thinking, Representasi, abstraksi, Kreativitas, Pembuktian Matematika, APOS.*

1. *ADVANCED MATHEMATICAL THINKING* (AMT)

1.1 *Advanced Mathematical Thinking*

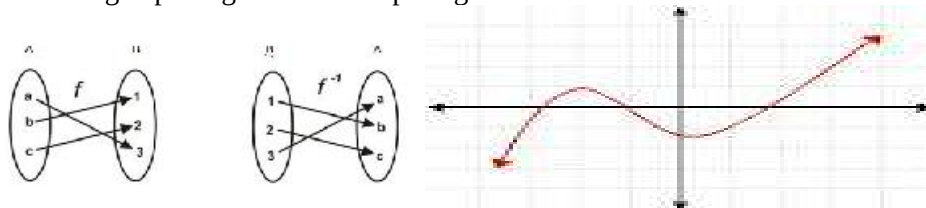
1.1.1 Pengertian *Advanced Mathematical Thinking* (AMT)

Sejumlah pakar (Dreyfus dalam Tall (2002); (Harel & Sowder, 2006) dalam; dan Sumarmo (2011)) menguraikan tentang pengertian *Advanced Mathematical Thinking* (AMT). Menurut Dreyfus (dalam Tall, 2002) menyatakan bahwa proses AMT meliputi: 1) proses representasi, 2) proses abstraksi, 3) hubungan antara representasi dan abstraksi, lebih lanjut Tall menegaskan bahwa selain proses di atas, berpikir kreatif matematik tergolong AMT. Hal ini sama dengan apa yang disampaikan oleh Harel, at. Al, (2006) yang mendefinisikan AMT sebagai proses berpikir matematika seperti proses representasi, abstraksi, hubungan representasi dan abstraksi, kreativitas dan bukti matematis. Senada dengan itu Sumarmo (2011) mendefinisikan AMT secara tentative sebagai kemampuan yang meliputi: representasi, abstraksi, menghubungkan representasi dan abstraksi, berpikir kreatif matematik, dan menyusun bukti matematis. Selanjutnya (Tall, 2002) menjelaskan kisi-kisi dari AMT, mencakup proses: representasi, memvisualisasikan, menggeneralisasikan, mengklasifikasikan, menghipotesa, menginduksi, menganalisa, mensintesa dan mengabstraksikan atau memformalisasikan. Dari beberapa pengertian AMT di atas maka dalam proposal ini pengertian AMT adalah proses berpikir matematika yang meliputi proses representasi, abstraksi, kreativitas matematika, dan pembuktian matematika. Proses AMT ini juga terjadi dalam pemecahan masalah matematika SD misalnya proses representasi (representasi objek dunia nyata, representasi konkret) tetapi definisi, proses abstraksi dan pembuktian formal merupakan salah satu faktor yang membedakan dengan AMT.

1.1.2 Aspek-aspek *Advanced Mathematical Thinking*

1.1.2.1 Proses Representasi

Terdapat beberapa ahli yang mengemukakan pengertian dari representasi yaitu (Davis, et.al (dalam Janvier, 1987); Kalathil dan Sherin, (2000); Goldin, (2002); Rosengrant, 2005); Hwang, et. al (2007)). Menurut Davis, dkk (dalam Janvier, 1987) sebuah representasi dapat berupa kombinasi dari sesuatu yang tertulis di atas kertas, sesuatu yang eksis dalam bentuk obyek fisik dan susunan ide-ide yang terkonstruksi di dalam pikiran seseorang. Selanjutnya (Kalathil dan Sherin, 2000) lebih sederhana menyatakan bahwa representasi adalah segala sesuatu yang dibuat siswa untuk mengeksternalisasikan dan memperlihatkan kerjanya. Sedangkan Janvier (dalam Radford, 2001) juga menyatakan representasi merupakan salah satu istilah psikologi yang digunakan dalam pendidikan matematika untuk menjelaskan beberapa fenomena penting tentang cara berpikir anak-anak. Sama halnya (Goldin, 2002) mendefinisikan representasi sebagai suatu konfigurasi yang dapat menggambarkan sesuatu objek dalam beberapa cara, misalnya dalam merepresentasikan fungsi, fungsi $f: A \rightarrow B$ dapat direpresentasikan dengan beberapa cara, diantaranya dengan diagram, grafik dan dengan pasangan terurut. Seperti gambar berikut:



Representasi di atas merupakan contoh representasi pada tingkat EMT, untuk tingkat AMT kemampuan representasi yang diharapkan peserta didik mampu merepresentasikan fungsi dalam bentuk definisi formal.

Misalnya: $f: A \rightarrow B$ dikatakan fungsi jika $x_1, x_2 \in A$ sebarang, dengan $x_1 = x_2$. Maka $f(x_1) = f(x_2)$ atau $f: A \rightarrow B$ dikatakan fungsi jika $\forall x \in A, \exists! y \in B \ni f(x) = y$.

Selanjutnya (Rosengrant, 2005) menyatakan bahwa beberapa representasi bersifat lebih konkrit dan berfungsi sebagai acuan untuk konsep-konsep yang lebih abstrak dan sebagai alat bantu dalam pemecahan masalah. Sedangkan dalam psikologi pendidikan matematika, representasi merupakan deskripsi hubungan antara objek dengan simbol Hwang, et. al (2007). Dalam tulisan ini definisi representasi yang penulis gunakan adalah definisi menurut Goldin, karena dibandingkan dari beberapa definisi lebih bersifat umum. Representasi matematis yang dimunculkan oleh siswa merupakan ungkapan dari gagasan atau ide matematis yang ditampilkan siswa dalam upaya untuk memahami konsep matematika atau untuk mencari solusi dari masalah yang sedang dihadapi. Dengan demikian diharapkan memiliki akses ke representasi atau gagasan yang mereka tampilkan, mereka memiliki sekumpulan alat yang siap secara signifikan akan memperluas kapasitas mereka dalam berpikir matematis. (NCTM, 2000)

Representasi memiliki peran yang sangat penting dalam matematika, misalnya kita berbicara tentang grup G terhadap operasi penjumlahan (+), maka himpunan G dikatakan grup jika memenuhi sifat-sifat berikut: 1) himpunan G tertutup terhadap operasi penjumlahan, 2) himpunan G bersifat Asosiatif terhadap operasi penjumlahan, 3) himpunan G terhadap operasi penjumlahan memiliki elemen identitas, dan 4) setiap elemen di himpunan G memiliki invers di G . Definisi grup di atas akan lebih mudah menyebutkan dan menulisnya dengan menggunakan simbol $(G, +)$ direpresentasikan sebagai himpunan G terhadap operasi penjumlahan, sehingga $(G, +)$ grup jika 1) $(G, +)$ tertutup, 2) $(G, +)$ asosiatif, 3) $(G, +)$ memiliki identitas, dan 4) setiap elemen $(G, +)$ memiliki invers di $(G, +)$. Berdasarkan contoh di atas notasi $(G, +)$ adalah representasi simbol dari grup. Menurut (Tall, 2002) fungsi representasi di sini adalah untuk menyimbolkan. Ada makna lain dari representasi dalam pembelajaran matematika, misalnya pada saat mempelajari materi sub grup, maka kita menghubungkan dengan sesuatu yang ada dalam pikiran kita. Dalam contoh ini (Tall, 2002) menyebutnya sebagai representasi mental dari objek. Jadi representasi mempunyai dua peran yaitu sebagai menyimbolkan dan sebagai representasi mental dari objek.

Dari beberapa definisi representasi tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa representasi matematis adalah ungkapan-ungkapan dari ide-ide matematika (masalah, pernyataan, definisi, dan lain-lain) yang digunakan untuk memperlihatkan (mengkomunikasikan) hasil kerjanya dengan cara tertentu sebagai hasil interpretasi dari pikirannya.

Berdasarkan peran representasi di atas, maka representasi terbagi atas dua bagian yaitu representasi eksternal dan representasi internal. Hal ini disampaikan oleh Hiebert dan carpenter (dalam Harries dan Barmby, 2006) yang membagi representasi menjadi dua bagian yaitu representasi eksternal dan internal. Representasi eksternal dalam bentuk bahasa lisan, simbol tertulis, gambar atau objek fisik. Sementara untuk berpikir tentang gagasan matematika maka memerlukan representasi internal, representasi internal (representasi mental) sulit diamati karena merupakan aktivitas mental seseorang yang ada dalam otaknya, tetapi representasi internal seseorang dapat diduga berdasarkan representasi eksternalnya dalam berbagai kondisi.

Schnot (dalam Gagatsis & Elia, 2004) membagi representasi eksternal dalam dua kelas yang berbeda yaitu representasi *descriptive* dan representasi *depictive*. Representasi *descriptive* terdiri atas simbol yang mempunyai struktur sembarang dan dihubungkan dengan isi yang dinyatakan secara sederhana dengan makna dari suatu konvensi yakni teks. Selanjutnya representasi *depictive* termasuk tanda-tanda ikonik yang dihubungkan dengan isi dan dinyatakan melalui fitur struktural yang umum secara konkrit atau tingkat kelas yang lebih abstrak yakni *display visual*. Selain itu Lesh, Post dan Behr (dalam Hwang, at.al, 2007) membagi representasi yang digunakan dalam pendidikan matematika dalam lima jenis, meliputi: representasi objek dunia nyata, representasi konkrit, representasi simbol aritmatik, representasi bahasa lisan atau verbal, dan representasi gambar atau grafik. Diantara kelima representasi tersebut, tiga yang terakhir lebih abstrak dan merupakan tingkat representasi yang lebih tinggi dalam memecahkan masalah matematika. Kemampuan representasi bahasa atau verbal adalah kemampuan menerjemahkan sifat-sifat yang diselidiki dan hubungannya dalam masalah matematika ke dalam representasi verbal atau bahasa, misalnya dalam merepresentasi konsep fungsi $f: A \rightarrow B$ satu-satu jika $\forall x, y \in A$ dengan $f(x) = f(y)$ maka $x=y$. Dalam hal ini mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan definisi fungsi satu-satu secara verbal. Selanjutnya kemampuan merepresentasi gambar atau grafik adalah kemampuan menerjemahkan masalah matematika ke dalam gambar atau grafik.

Adapun standar representasi yang ditetapkan oleh NCTM untuk program pembelajaran mulai dari pra TK sampai kelas XII adalah siswa diharapkan mampu: 1) membuat dan menggunakan representasi untuk mengatur, mencatat, dan mengkomunikasikan ide-ide matematika; 2) memilih, menerapkan dan menterjemahkan antar representasi matematika untuk memecahkan masalah; 3) menggunakan representasi untuk memodelkan dan menginterpretasikan fenomena fisik, sosial, dan matematika (NCTM, 2000). Indikator representasi yang digunakan dalam makalah ini sesuai dengan standar representasi yang ditetapkan oleh NCTM.

Contoh soal representasi:

- 1) Misalkan $f: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}$ didefinisikan oleh $f(x) = x^2$
 - a) Interpretasikan f dengan menggunakan grafik
 - b) Beri penjelasan secara verbal, apakah f surjektif?
 - c) Buktikan secara formal bahwa f injektif
- 2) Misalkan $U(15)$ grup
 - a) Interpretasikan dengan kata-kata, apa maksud $U(15)$
 - b) Interpretasikan dengan simbol pengertian dari $U(15)$
 - c) Apakah $7 \in U(15)$, jika iya tentukan inversnya

1.1.2.2 Abstraksi

Proses mengabstraksi merupakan salah satu tujuan penting dari pendidikan matematika tingkat lanjut, seperti yang disampaikan Ferrari (2003) bahwa abstraksi adalah proses dasar dalam matematika. Selain itu Proclus (2006) mendefinisikan abstraksi dalam matematika sebagai proses

untuk memperoleh intisari konsep matematika, menghilangkan kebergantungannya pada objek-objek dunia nyata yang pada mulanya mungkin saling terkait, dan memperumumnya sehingga ia memiliki terapan-terapan yang lebih luas atau bersesuaian dengan penjelasan abstrak lain untuk gejala yang setara. (http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Extra/Proclus_history_geometry.html). Abstraksi adalah proses yang bersinambung di dalam matematika dan perkembangan sejarah dari beberapa topik matematika yang memperlihatkan kemajuan dari hal yang konkret ke hal yang abstrak. Sedangkan menurut Dreyfus (1991), Sfard (1992), dan Dubinsky (1991) (dalam White, P., & Mitchelmore, M. C., 2010) menjelaskan bahwa proses abstraksi adalah peralihan dari model operasional konkret ke model (abstrak) struktural.

Terdapat dua proses yang merupakan persyaratan dalam proses abstraksi, yakni menggeneralisasi dan mensintesa.

(1) Menggeneralisasi

Menurut (Tall, 2002) menggeneralisasi berarti memunculkan atau menginduksi dari yang khusus untuk mengidentifikasi kesamaan-kesamaan. Seorang siswa mungkin mengetahui dari pengalaman bahwa sebuah persamaan linear mempunyai 1 variabel, dan memiliki satu solusi, sistem dua persamaan dengan dua variabel memiliki solusi yang unik, begitu juga sistem tiga persamaan dengan tiga variabel juga memiliki solusi yang unik. Dalam hal ini siswa dapat menggeneralisasikan untuk sistem n persamaan dengan n variabel mempunyai solusi yang unik. Generalisasi dalam contoh ini adalah penting karena memberikan sebuah hasil untuk sejumlah masalah.

Contoh abstraksi sebagai generalisasi:

Misalkan Z_n himpunan bilangan bulat modulo n . $n \in \mathbb{Z}^+$

Untuk $n=2$ $(Z_n, +)$ grup

Untuk $n=3$ $(Z_n, +)$ grup

Untuk $n=4$ $(Z_n, +)$ bukan grup

Untuk $n=5$ $(Z_n, +)$ grup

Untuk $n=6$ $(Z_n, +)$ bukan grup

Apa yang bisa disimpulkan dari pernyataan di atas?

Namun menurut Ferrari (2003) dalam menafsirkan abstraksi sebagai generalisasi saja tidak memadai, perlu juga memenuhi syarat berikut, yaitu mensintesa.

(2) Mensintesa

Mensintesa berarti menggabungkan atau menyusun bagian-bagian dalam cara dimana bagian-bagian tersebut membentuk suatu keutuhan, yaitu keseluruhan (Tall, 2002). Keseluruhan ini seringkali sama dengan jumlah dari bagian-bagiannya. Misalnya dalam mata kuliah aljabar linear terdapat beberapa materi yang diajarkan secara terpisah mengenai ortogonalisasi vektor, diagonalisasi matriks, transformasi basis, solusi sistem persamaan linear, dan sebagainya. Dalam pembelajaran, semua materi yang tidak berhubungan ini diharapkan digabung ke dalam suatu gambaran yang semua materi berinterelasi. Menurut (Tall, 2002) proses penggabungan ini disebut sintesa. Dalam matematika, sintesa melibatkan kemampuan pengkombinasian dan pengorganisasian konsep-konsep dan prinsip-prinsip matematika untuk mengkreasiannya menjadi struktur matematika yang lain dan berbeda dari yang sebelumnya. Misalnya, memformulakan teorema-teorema matematika dan mengembangkan struktur-struktur matematika. Contoh lain dari sintesa pada matematika tingkat lanjut, secara terpisah mahasiswa diajarkan tentang definisi fungsi pada perkuliahan kalkulus, kemudian materi grup pada perkuliahan aljabar abstrak. Apabila mahasiswa mampu memberi gambaran tentang kedua materi maka dikatakan bahwa terjadi sintesa. Selain itu kemampuan menyusun bukti dan kemampuan berpikir kreatif termasuk kemampuan sintesa.

Dalam praktek di kelas jarang menekankan proses sintesa ini, umumnya guru menjelaskan materi secara detil kemudian siswa-siswa mengerjakan latihan. Hanya sedikit aktifitas yang dirancang untuk menuntun siswa mensintesa aspek-aspek yang berbeda dari sebuah konsep.

1.1.2.3 Kreativitas Matematis

Terdapat beberapa pengertian kreativitas matematis menurut pakar Welsch (dalam Siswono, T. Y. E, 2007); McGregor (2007); Coleman & Hammen (dalam Tenri, dkk., 2008). Menurut Welsch (dalam Siswono, T. Y. E, 2007) kreativitas merupakan proses menghasilkan produk dengan mentransformasi produk yang ada. Selanjutnya kreativitas dalam matematika diistilahkan sebagai kemampuan berpikir kreatif matematis. Senada dengan Welsch, McGregor (2007) juga mendefinisikan berpikir kreatif sebagai salah satu jenis berpikir yang mengarahkan diperolehnya wawasan baru, pendekatan baru, perspektif baru, atau cara baru dalam memahami sesuatu. Berpikir kreatif dapat terjadi ketika dipicu oleh tugas tugas atau masalah yang menantang. Selanjutnya Coleman & Hammen (dalam Tenri, dkk., 2008) juga menyatakan bahwa berpikir kreatif merupakan cara berpikir yang menghasilkan sesuatu yang baru dalam bentuk konsep, penemuan maupun karya seni. Salah satu cara untuk mengembangkan dan menguatkan kemampuan kita untuk berpikir kreatif adalah percaya bahwa sesuatu itu dapat dilakukan. Sehingga akan muncul adanya suatu dorongan untuk menggerakkan pikiran untuk mencari dan melaksanakan sesuatu yang diinginkan. Pengertian kreativitas matematika dalam proposal ini adalah salah satu jenis berpikir yang mengarahkan diperolehnya wawasan baru, pendekatan baru, perspektif baru, atau cara baru dalam memahami sesuatu konsep pembelajaran matematika.

Menurut Eryvynck (dalam Tall, 2002) Kreativitas memainkan peran penting dalam siklus AMT. Sama halnya dengan apa yang disampaikan Alexander (2007) bahwa kreativitas menjadi penentu keunggulan. Daya kompetitif suatu bangsa sangat ditentukan oleh kreativitas sumber daya manusianya. Begitu juga kesuksesan individu sangat ditentukan oleh kreativitasnya dalam menyelesaikan masalah. Individu kreatif dapat memandang masalah dari berbagai perspektif. Hal demikian akan memungkinkan individu tersebut memperoleh berbagai alternatif strategi pemecahan masalah. Sedangkan Menurut (Sumarmo, 2005) untuk mendorong berpikir kreatif dapat dilakukan dengan belajar dalam kelompok, menyajikan tugas non-rutin dan tugas yang menuntut strategi kognitif dan metakognitif peserta didik serta menerapkan pendekatan *scaffolding*.

(1) Tahap Perkembangan Kreativitas Matematika

Untuk meningkatkan kreativitas matematika perlu konteks di mana individu disiapkan oleh pengalaman sebelumnya untuk melangkah maju secara signifikan ke arah yang baru. Hal ini mungkin merupakan tahap awal dimana prosedur dapat digunakan tanpa penuh penghayatan tentang status teoritis mereka.

Level 0: kegiatan teknis awal. Menurut Eryvynck (dalam Tall, 2002) bahwa aktivitas matematika didahului oleh suatu tahap pendahuluan terdiri dari beberapa jenis aplikasi teknis atau praktis mengenai aturan prosedur matematika. Pembeneran prosedur ini adalah bahwa aturan yang diterapkan dengan benar selalu menghasilkan hasil yang diinginkan. Di Mesopotamia dan Mesir menurut Eryvynck (dalam Tall, 2002) untuk mencari besar sebuah sudut, mereka menggunakan tiga potong tali yang berukuran panjang 3cm, 4 cm, dan 5 cm. Kemudian ketiga tali membentuk segitiga, mereka memperoleh sudut siku-siku antara sisi dengan panjang 3 dan 4. Douady Dalam Tall menyatakan bahwa ide ini harus diperkenalkan pertama kali dengan alat sebagai bagian dari aktivitas pemecahan masalah, dan menjadi bagian dari pengalaman individu sebelum tercermin sebagai objek dalam dirinya sendiri.

Level 1: Kegiatan Algoritmik, pada tahap ini prosedur yang digunakan untuk melakukan operasi matematika, menghitung, memanipulasi, dan memecahkan masalah. Aktivitas algoritmik pada dasarnya peduli dengan menggunakan teknik matematika. Contoh teknik tersebut adalah: penerapan algoritma, menghitung sesuatu, dan lain-lain. Aktivitas algoritmik adalah penting dalam pembelajaran matematika karena proses tersebut harus menjadi dirutinkan sebelum mereka dapat merenungkan sebagai objek mental yang dimanipulasi.

Level 2: Kegiatan kreatif (konseptual, konstruktif), pada tahap kedua menyatakan bahwa kreativitas matematika bertindak sebagai motivasi dalam pengembangan teori matematika. Kreativitas matematika adalah kemampuan untuk melakukan langkah-langkah tersebut.

Pembahasan mengenai kreativitas dalam matematika lebih ditekankan pada prosesnya, yaitu proses berpikir kreatif.

(2) Ciri-ciri Kemampuan Berpikir Kreatif

Munandar (2009) menjelaskan ciri-ciri kemampuan berpikir kreatif sebagai berikut:

a) Keterampilan berpikir lancar (*fluency*)

Ciri-ciri keterampilan berpikir lancar adalah mencetuskan banyak gagasan, jawaban, penyelesaian masalah, atau pertanyaan, memberikan banyak cara atau saran dalam melakukan berbagai hal, selalu memikirkan lebih dari satu jawaban. Keterampilan ini ditandai dengan kemampuan menemukan berbagai macam penyelesaian dan memilih salah satu diantaranya.

Keterampilan berpikir luwes (*flexibility*)

Ciri-ciri keterampilan berpikir luwes adalah menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi, dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda, mencari banyak alternatif pemecahan yang berbeda-beda, mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran. Keterampilan berpikir ini ditandai dengan kemampuan menyelesaikan masalah dengan cara yang beragam.

b) Keterampilan berpikir orisinal (*originality*)

Ciri-ciri keterampilan berpikir orisinal adalah mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri, mampu membuat kombinasi yang tidak lazim. Keterampilan ini ditandai dengan kemampuan menyelesaikan masalah dengan cara sendiri.

c) Keterampilan memperinci (*elaboration*)

Ciri-ciri keterampilan berpikir memperinci adalah mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk, menambahkan atau memperinci secara detil dari suatu situasi sehingga menjadi lebih menarik. Keterampilan ini ditandai dengan kemampuan merinci dan melengkapi.

Senada dengan Munandar, Holland (dalam Mann, 2005) juga menyatakan aspek-aspek kemampuan berpikir kreatif matematis, yaitu: kelancaran, keluwesan, keaslian, elaborasi, dan sensitivitas. Berdasarkan definisi dan ciri-ciri berpikir kreatif di atas, maka dalam proposal ini kemampuan berpikir kreatif matematis merupakan kemampuan memecahkan masalah dalam matematika berdasarkan aspek: kelancaran, keluwesan, keaslian, dan kemampuan elaborasi.

(3) Contoh Soal Keterampilan Berpikir Kreatif Matematis

(a). Keterampilan berpikir lancar (*fluency*)

Misalkan G suatu grup dan a suatu elemen tertentu dari G . $C(a) = \{g \in G \mid ga = ag\}$. Tunjukkan bahwa $C(a)$ adalah subgrup dari G .

Terdapat tiga cara membuktikan subgrup di atas, diharapkan mahasiswa mampu menyelesaikan dengan cara yang dipilihnya sendiri

(b). Keterampilan berpikir luwes (*flexibility*)

Buktikan bahwa suatu grup yang berorder 4 adalah grup abelian. Apakah terdapat grup finite lain yang abelian?Jelaskan jawabanmu

(c). Keterampilan berpikir orisinal (*originality*)

$M = \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \middle| a, b, c, d \in \mathbb{Q} \text{ dan } ad \neq bc \right\}$ dengan perkalian matriks adalah suatu grup.

Apabila $N = \left\{ \begin{pmatrix} a & b \\ 0 & c \end{pmatrix} \middle| a, b, c \in \mathbb{Q} \text{ dan } ac \neq 0 \right\}$ dan

$H = \left\{ \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix} \middle| a, b \in \mathbb{Q} \text{ dan } ab \neq 0 \right\},$

Apakah N dan H masing-masing adalah subgrup dari M?..Jelaskan jawabanmu!

(d). Keterampilan memperinci (*elaboration*)

Jika a dan b dua sikel yang saling asing, apakah $ab = ba$, jika iya buktikan dan jika tidak berikan contoh. (Sikel $(a_1 a_2 \dots a_k)$ di S_n menyatakan sebuah permutasi yang mengaitkan $a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow \dots \rightarrow a_{k-1} \rightarrow a_k \rightarrow a_1$)

1.1.2.4 Pembuktian Matematis

Menurut Hanna (dalam Yoo, 2008) menyatakan bahwa bukti merupakan representasi dari hasil matematika untuk mengkomunikasikan pemahaman kepada komunitas matematika lainnya dan menerimanya sebagai teorema baru. Senada dengan Hanna, Schoenfeld (dalam Arnawa, 2006) menyatakan bahwa pembuktian pada dasarnya adalah membuat serangkaian deduksi dari asumsi (premis atau aksioma) dan hasil-hasil matematika yang sudah ada (lemma atau teorema) untuk memperoleh hasil-hasil penting dari suatu persoalan matematika. Selanjutnya Hanna (dalam Tall, 2002) juga menyatakan ciri-ciri dari kurikulum matematika yang diterapkan pada tahun enam puluhan adalah penekanan pada bukti formal. Bukti formal merupakan karakteristik paling penting pada matematika modern. Namun demikian pembuktian matematis merupakan hal yang sangat sulit bagi mahasiswa, ada mahasiswa yang mampu melakukan pembuktian yang valid, namun tidak dapat menjelaskan bukti tersebut. Hal ini disebabkan mahasiswa lebih cenderung menghafal struktur dari bukti. Pada bagian ini lebih menekankan pada bukti formal yang merupakan salah satu aspek pada AMT. Bukti formal dapat digunakan untuk menggeneralisasi hasil dari penyelidikan empiris konjektur, dan kasus umum ini mengarah pada pengetahuan matematika baru. Pada proposal ini pengertian pembuktian matematis adalah membuat serangkaian deduksi dari asumsi (premis atau aksioma) dan hasil-hasil matematika yang sudah ada (lemma atau teorema) untuk memperoleh hasil-hasil penting (teorema baru) dari suatu persoalan matematika. Dalam realitas praktik penelitian, bukti digunakan untuk mengkomunikasikan hasil matematika di kalangan komunitas matematika. Selain itu bukti formal merupakan salah satu aspek yang membedakan EMT dengan AMT. Menurut Alibert, dkk (dalam Tall, 2002) menyatakan bahwa pada AMT bukti formal merupakan sarana untuk meyakinkan diri sendiri dan orang lain.

Menurut Selden & Selden (dalam Tall, 2002) kemampuan pembuktian terdiri dari: (1) kemampuan mengkonstruksi bukti dan (2) kemampuan memvalidasi bukti. Pembuktian matematis dapat berfungsi sebagai suatu proses aktual melalui konstruksi bukti dan sebagai fase akhir. Sama halnya dengan apa yang disampaikan Hadamard (dalam Tall, 2002) menyatakan bahwa pembuktian matematis merupakan fase akhir dalam berpikir matematis. Namun demikian pembuktian matematis merupakan fase yang sulit bagi mahasiswa. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya mahasiswa tidak memahami suatu definisi dan teorema dengan baik, fakta ini terlihat dari tidak mampunya mahasiswa merepresentasikan definisi tersebut.

Kesulitan mahasiswa dalam membuktikan terutama disebabkan oleh bahasa, hal ini disampaikan oleh beberapa ahli seperti ((Dreyfus;Finlow-Bates Keir, Lerman, & Morgan; Moore; Zaslavsky & Shir) dalam Knapp, 2006). Selanjutnya Moore dalam Knapp juga menemukan tujuh kesulitan mahasiswa dalam pembuktian yaitu: 1) mahasiswa tidak memahami definisi, artinya, mereka tidak dapat menyatakan definisi suatu konsep dengan cara mereka sendiri, 2) mahasiswa kurang memiliki pemahaman intuitif tentang konsep, 3) konsep yang dipahami mahasiswa tidak memadai untuk melakukan pembuktian, 4) mahasiswa tidak mampu menghasilkan dan menggunakan contoh mereka sendiri, 5) mahasiswa tidak tahu bagaimana menggunakan definisi untuk mengkonstruksi

bukti, 6) mahasiswa tidak dapat memahami dan menggunakan bahasa matematika dan notasi, 7) mahasiswa tidak mengetahui bagaimana memulai bukti. Dari kesulitan mahasiswa dalam pembuktian di atas terlihat bahwa mahasiswa dituntut memiliki kemampuan merepresentasi (eksternal/internal).

Selanjutnya dari perspektif perkembangan kognitif, Tall (dalam Arnawa, 2006) menjelaskan bahwa representasi bukti berkembang melalui empat tahapan, yaitu: bukti enaktif (*enactive proof*), bukti visual (*visual proof*), bukti simbolik (*symbolic proof*), dan bukti formal (*formal proof*). Bukti enaktif, melibatkan peragaan fisik untuk menunjukkan suatu kebenaran. Bukti visual, melibatkan pembuatan grafik atau gambar. Bukti simbolik, melibatkan pemanipulasian simbol-simbol aljabar. Sedangkan bukti formal melibatkan penalaran deduktif.

Contoh soal pembuktian matematis:

- 1) Misalkan $(G, \circ)$ suatu grup dengan elemen identitas e . Apabila suatu elemen G mempunyai invers, maka buktikan bahwa invers tersebut tunggal.
- 2) Jika p suatu bilangan prima dan $G = \{a + b\sqrt{p} \mid a, b \in \mathbb{Q}\}$ maka buktikan $(G, +)$ adalah suatu grup abelian
- 3) $M = \left\{ \begin{pmatrix} a & 0 \\ b & c \end{pmatrix} \mid a, b, c \text{ bilangan-bilangan rasional dan } ac \neq 0 \right\}$. Buktikan bahwa M dengan perkalian matriks adalah suatu grup. Apakah M tersebut suatu grup abelian? Jelaskan!

Matematika memiliki struktur dan keterkaitan yang kuat dan jelas antar konsepnya sehingga memungkinkan mahasiswa terampil berpikir rasional, dan kemampuan berpikir dapat dikembangkan. Begitu juga kemampuan AMT merupakan salah satu kemampuan yang dituntut dalam pembelajaran matematika pada tingkat perguruan tinggi. Pemilihan model dan pendekatan yang tepat dalam menciptakan suasana belajar yang menyenangkan akan mempengaruhi tingkat keberhasilan mahasiswa dalam perkuliahan terutama dalam kemampuan AMT. Banyak model dan pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik, namun tidak semua model dan pendekatan pembelajaran yang mampu merancang pembelajaran sehingga pengetahuan dikonstruksi melalui aktivitas mental mahasiswa. Salah satu teori yang tidak hanya meningkatkan hasil belajar mahasiswa tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan AMT mahasiswa adalah pendekatan APOS.

2. MENGEMBANGKAN ADVANCED MATHEMATICAL THINKING

Matematika memiliki struktur dan keterkaitan yang kuat dan jelas antar konsepnya sehingga memungkinkan mahasiswa terampil berpikir rasional, dan kemampuan berpikir dapat dikembangkan. Begitu juga kemampuan AMT merupakan salah satu kemampuan yang dituntut dalam pembelajaran matematika pada tingkat perguruan tinggi. Pemilihan model dan pendekatan yang tepat dan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan akan mempengaruhi tingkat keberhasilan mahasiswa dalam perkuliahan terutama dalam kemampuan AMT. Banyak model dan pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik, namun tidak semua model dan pendekatan pembelajaran yang mampu merancang pembelajaran sehingga pengetahuan dikonstruksi melalui aktivitas mental mahasiswa. Salah satu teori yang tidak hanya meningkatkan hasil belajar mahasiswa tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan AMT mahasiswa adalah pendekatan APOS.

2.1. Pendekatan APOS

Menurut Stehlikova (2004) Teori APOS dikembangkan oleh Dubinsky yang merupakan hasil elaborasi dari Piaget. Dubinsky dan rekan (Dubinsky, Hawks & Nichols, 1989; Breidenbach et al, 1992; Asiala, Coklat, DeVries, Dubinsky, Mathews & Thomas, 1996) menyelidiki perbedaan proses-obyek dan mengembangkannya menjadi empat macam konstruksi mental yaitu: Aksi, Proses, Objek, dan Skema (disebut sebagai APOS). Hal yang senada dengan ini juga dinyatakan oleh Cottrill dalam (Stehlikova, 2004) yang menjelaskan tentang *Action*, *Processes*, dan *Objek*.

Selanjutnya objek tersebut disusun dalam suatu struktur yang disebut dengan *Schemas*. Berdasarkan Teori APOS yang menyatakan bahwa pengetahuan matematika yang dimiliki oleh seseorang merupakan hasil konstruksi-konstruksi mental orang tersebut dalam memahami konsep matematika. Konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah: Aksi (*action*), Proses (*process*), Objek (*object*), dan Skema (*schema*), yang disingkat dengan APOS. Aksi didefinisikan Asiala, et al. (1997) sebagai berikut: *An action is a transformation of mathematical objects that is performed by an individual according to some explicit algorithm and hence is seen by the subject as externally driven*. Aksi adalah suatu transformasi objek matematika yang dilakukan oleh seorang individu yang dipandang sebagai dorongan eksternal. Proses dijelaskan Asiala, et al. sebagai berikut: *When the individual re-acts on the action and constructs an internal operation that performs the same transformation then we say that the action has been interiorized to a process*. Ketika individu melakukan *action* yang sama dan individu melakukan refleksi terhadap aksi yang telah dilakukan, maka *action* diinteriorisasi menjadi *process*. Objek dijelaskan Asiala, et al. sebagai berikut: *When it becomes necessary to perform actions on a process, the subject must encapsulate it to become a total entity, or an object. In many mathematical operations, it is necessary to de-encapsulate an object and work with the process from which it came*. Ketika individu perlu melakukan *action* pada *process* tertentu, individu harus merangkum menjadi objek, menyadari bahwa transformasi (baik *action* maupun *process*) dapat dilakukan, dan benar-benar dapat mengkonstruksi transformasi itu, maka individu tersebut memaknai *process* sebagai *object*. Skema didefinisikan Asiala, et al. sebagai berikut: *A schema is a coherent collection of processes, objects and previously constructed schemas, that is invoked to deal with a mathematical problem situation. As with encapsulated processes, an object is created when a schema is thematized to become another kind of object which can also be de-thematized to obtain the original contents of the schema*. Skema adalah koleksi yang koheren dari proses, objek dan skema yang dibangun sebelumnya, yang terhubung untuk menghadapi situasi masalah matematika. Menurut Harel, Selden & Selden (2006) Ke empat konstruksi mental di atas merupakan pengembangan dari teori Piaget yaitu abstraksi reflektif. Selanjutnya Dubinsky, dkk dalam Harel, Selden & Selden (2006) menyatakan bahwa Pendekatan pedagogis yang didasarkan pada teori APOS dalam memahami konsep, terdiri dari tiga komponen yaitu: Aktivitas, diskusi kelas, dan latihan, ketiga komponen ini disebut sebagai Siklus ACE (*Activities, Class discussion, and Exercise*). *Activities*, merupakan aktivitas mahasiswa memperoleh pengalaman yang berhubungan dengan ide-ide matematika yang akan dikembangkan di dalam perkuliahan. Aktivitas ini biasanya dilakukan di laboratorium komputer, aktivitas di laboratorium akan merupakan bekal bagi mahasiswa yang bersangkutan agar dapat berperan aktif dalam diskusi kelas. *Class discussion*, diskusi kelas dilakukan secara berkelompok, mereka mengerjakan tugas-tugas yang berhubungan dengan aktivitas mahasiswa di laboratorium. Dosen sebagai fasilitator terlibat dalam diskusi tiap-tiap kelompok sehingga mahasiswa diberi kesempatan untuk melakukan refleksi terhadap tugas-tugas yang sudah dikerjakannya. Dalam diskusi kelas dosen berusaha untuk meninjau tentang apa yang dipikirkan mahasiswa Asiala et al., (1997a) Selanjutnya melalui interaksi antar mahasiswa diharapkan terjadi pertukaran pengalaman belajar berbeda sehingga aksi mental dapat terus berlanjut sesuai dengan yang diharapkan. Aktivitas seperti ini terus berlanjut sampai siswa memiliki kemampuan untuk melakukan refleksi terhadap aksi yang telah dilakukan, sehingga mahasiswa dapat mencapai tahap perkembangan potensial. Menurut teori ZPD dari Vygotsky, perkembangan kemampuan kognitif anak terbagi ke dalam dua tahap yaitu tahap perkembangan aktual dan tahap perkembangan potensial. *Exercise*, Pada siklus ini, mahasiswa diberikan latihan-latihan untuk dikerjakan secara berkelompok, sebagian besar dari latihan-latihan ini diharapkan dikerjakan diluar kegiatan kelas untuk memperkuat ide yang dibangun mahasiswa Asiala et al. (1997).

2.2. Beberapa Hasil Studi tentang APOS

Teori APOS dapat meningkatkan AMT didukung oleh beberapa hasil studi, temuan itu antara lain adalah: Penelitian yang dilakukan oleh Asiala yang berjudul *The development of student's graphical understanding of the derivative* meneliti tentang pengembangan pemahaman mahasiswa tentang grafik fungsi dan turunan. Dalam kajian ini peneliti melakukan eksplorasi tentang pemahaman grafik kalkulus dengan menggunakan teori APOS. Dari hasil penelitian diperoleh

bahwa mahasiswa yang menggunakan teori APOS lebih sukses dalam memahami grafik fungsi dan turunannya.

Penelitian Asiala di atas senada dengan penelitian yang dilakukan oleh G. Carmona, dalam penelitiannya yang berjudul *The concept of tangent and its relationship with the concept of derivative*, di Mexico, 1996. Penelitiannya tentang konsep garis singgung dan hubungannya dengan turunan. Sampelnya adalah mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan kalkulus. Dari penelitian ditemukan bahwa beberapa konsepsi mahasiswa sangat resisten berubah jika mereka diajar dengan menggunakan komputer atau metode non-tradisional. Konsepsi awal mereka akan kembali muncul ketika mereka dihadapkan dengan matematika formal. Penelitian ini lebih tepat menggunakan teori APOS, karena berhasil membantu siswa dalam memahami konsep garis singgung dan hubungannya dengan turunan. Pada tahun 1997, M. Asiala, A. Brown, D. DeVries, E. Dubinsky, D. Mathews and K. Thomas. Melanjutkan penelitiannya yang juga menggunakan teori APOS dengan judul: *A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education, Research in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issues in Mathematics Education*, 1996. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, pada penelitian ini dibagi atas tiga komponen kerangka kerja, pada komponen pertama melakukan analisis teori yang digunakan yaitu teori APOS, komponen kedua peneliti menggambarkan pembelajaran dalam kelas secara spesifik dengan menggunakan teori yang sudah dianalisis yang mencakup siklus mengajar (aktivitas-aktivitas, diskusi kelas, dan latihan) dan komponen ketiga dilakukan pengumpulan data dan analisis data. Hasil penelitian ini merekomendasikan bahwa teori APOS cocok dilakukan untuk konsep-konsep kalkulus dan aljabar abstrak.

Dari beberapa studi yang menyatakan bahwa teori APOS dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep matematika, namun ada juga beberapa penelitian yang menemukan bahwa teori APOS perlu lagi dikembangkan, diantaranya: yaitu penelitian yang dilakukan oleh Julie M. Clark, dkk dengan judul *Constructing a Schema: The Case of the Chain Rule*, pada tahun 1997. Julie menyatakan bahwa untuk pembuktian, teori APOS lebih tepat digunakan. Pada penelitian ini sampelnya terdiri dari 41 orang mahasiswa, 17 orang berasal dari mahasiswa yang mengikuti kursus komputer, 24 orang mahasiswa yang mengikuti kursus yang diajarkan dengan metode ceramah/konvensional. Penelitian ini meneliti tentang aturan rantai, hasilnya menyatakan bahwa Aksi, Proses, Objek dan Skema saja belum saja cukup untuk menggambarkan pemahaman mahasiswa dari aturan rantai. Julie M. Clark merekomendasikan untuk aturan rantai pada kalkulus teori APOS harus dikolaborasikan dengan teori lain.

Bertentangan dengan Hasil penelitian Julie dan M. Clark, dalam penelitiannya A. Brown, D. DeVries, E. Dubinsky and K. Thomas ditemukan bahwa teori APOS berhasil meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam memahami konsep operasi biner, grup dan subgrup. Penelitian A. Brown ini berjudul *Learning binary operations, groups, and subgroups, Journal of Mathematical Behavior*, pada tahun 1997. A. Brown, dkk meneliti bagaimana mahasiswa yang kuliah aljabar abstrak dapat memahami operasi biner, grup dan subgrup pada aljabar abstrak dengan menggunakan teori APOS, peneliti melakukan analisis awal untuk memahami topik ini. Mereka menggambarkan instruksional pembelajaran yang dirancang untuk membantu mendorong pembentukan konstruksi mental dengan analisis teori, dan mendiskusikan hasil wawancara dan kinerja yang menunjukkan bahwa instruksi dan teori berhasil. Berdasarkan data yang dikumpulkan, mereka mengusulkan revisi epistemologis analisis topik ini, dan memberikan beberapa saran pedagogis lebih lanjut.

Selanjutnya M. Artigue dari perancis, pada tahun 1998 juga melakukan penelitian menggunakan teori APOS dengan judul: *Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares?* Hal yang melatarbelakangi M. Artigue meneliti tentang teori bilangan adalah karena banyak mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami bilangan, misalnya masih banyak mahasiswa menganggap 0,9999 sama dengan 1. Untuk mengatasi masalah tersebut untuk membantu mahasiswa memahami konsep bilangan M. Artigue menggunakan teori APOS. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa teori APOS mampu mengatasi masalah siswa dalam memahami konsep bilangan.

Senada dengan hasil penelitian Julie dan M. Clark, dkk bahwa teori APOS perlu dikembangkan atau dikolaborasikan dengan teori lain, David Tall dalam sebuah penelitiannya yang berjudul: *Reflections on APOS theory in Elementary and Advanced Mathematical Thinking* pada tahun 1999 juga menemukan hal yang sama. Dalam hasil penelitiannya ini Tall merespon hasil penelitian Dubinsky dalam artikelnya yang berjudul *one theoretical perspective in mathematics education research*. Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dubinsky dan Tall (2002) meneliti tentang *The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy*. Pengembangan proses konsepsi fungsi mahasiswa dengan menggunakan teori APOS. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teori APOS secara substansial dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang konsep fungsi.

Sejalan dengan David Tall yang mengatakan teori APOS mampu membantu mahasiswa dalam memahami konsep fungsi dan turunan, Sepideth Stewart dan Michael O.J. Thomas juga melakukan penelitian yang menggunakan teori APOS dengan judul *embodied, symbolic and formal thinking in linear algebra* pada tahun 2007. Bedanya dengan Asiala, Stewart meneliti bidang aljabar linear. Hal yang mendasari penelitian Stewart adalah karena dalam mempelajari aljabar linier masih menjadi sebuah tantangan bagi banyak mahasiswa. Mahasiswa seringkali dapat mengatasi aspek-aspek prosedural dalam pelajaran pertama, memecahkan sistem-sistem linier dan memanipulasi matriks, tetapi kesulitan untuk memahami beberapa gagasan-gagasan konseptual penting yang mendukung materi, seperti subruang, merentang, dan bebas linier, yang telah disebutkan oleh Carlson. Alasan-alasan yang mungkin untuk ini adalah bahwa dosen sedikit sekali menekankan pada bagian-bagian formal, sementara penilaian menekankan pemahaman terhadap metoda-metoda. Bagaimanapun juga, seperti yang telah dibahas, aljabar linier adalah sebuah pengetahuan yang sangat teoritis, dan pembelajarannya tidak dapat dikurangi untuk mempraktekan dan menguasai seperangkat prosedur-prosedur penghitungan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep melalui definisi dan konsep-konsep proses dasar, tetapi gagasan-gagasan yang kongkrit dan visual dapat membantu pemikiran mereka. Penelitian ini menegaskan bahwa beberapa mahasiswa dapat mengalami kesulitan dengan definisi dan pemahaman pada konsep-konsep aljabar linier dasar, seperti kombinasi linier dan bebas linier. Hasil-hasil ini juga mengungkapkan bahwa mahasiswa yang berbeda lebih menyukai gaya-gaya pemikiran yang berbeda, yang bergantung pada tiga bidang pemikiran yang mereka sukai dan tindakan-tindakan apa yang mereka tampilkan. Bagaimanapun juga, seperti halnya mahasiswa pasca doktor, yang berpikir terutama pada dunia formal, dan yang menyampaikan pengetahuan matematika terutama melalui pemikiran simbolis dan formal, juga memiliki kemampuan untuk mengenali dan menggunakan representasi-representasi. Hipotesisnya adalah bahwa pemikiran dunia kongkrit adalah berguna karena dapat meningkatkan ketersediaan dari representasi-representasi konsep, membuat pemikiran lebih kaya. Ini telah dinyatakan bahwa sebuah tujuan dari pendidikan matematika haruslah untuk meningkatkan ketersediaan dari kekuatan dari representasi-representasi mahasiswa. Berpikir dengan sebuah pendekatan visual, kongkrit pada pengajaran aljabar linier yang seringkali berdasarkan pada pemikiran simbolis dan formal dapat memenuhi tujuan ini. Hal ini sesuai dengan teori *Action, Process, Object, and Schema* (APOS) dan tiga bidang pemikiran, yang menampilkan pengalaman-pengalaman kongkrit, simbolis dan formal yang mungkin yang mahasiswa dapat dimiliki dengan konsep-konsep aljabar linier dalam harapan bahwa ini dapat membantu dengan apa kita harus berfokus untuk mengajarkannya.

Dalam memperkuat penelitian sebelumnya, Stewart meneliti lebih jauh tentang kerangka kerja masih pada bidang aljabar linear, yang dikolaborasikan dengan teori APOS. Penelitian Stewart berikutnya berjudul *A framework for mathematical thinking: the case of linear algebra*, penelitian ini dilakukan oleh Stewart dan Michael O.J. Thomas pada tahun 2009. Artikel ini menyoroti beberapa dari keseluruhan temuan, penelitian ini menyangkut pemahaman mahasiswa mengenai konsep-konsep aljabar linear, dan memperlihatkan aplikasi-aplikasi kerangka kerja untuk pembelajaran dan pengajaran pada mata kuliah aljabar linear, karena pada tahun-tahun sekarang banyak penelitian pendidikan matematika merasa prihatin dengan kesulitan-kesulitan mahasiswa yang berhubungan dengan mata kuliah aljabar linear dan Aljabar Abstrak. Ada opini bahwa pengajaran dan pembelajaran mata kuliah ini adalah sebuah pengalaman yang membuat frustrasi

baik bagi dosen maupun mahasiswa, dan walaupun ada usaha untuk meningkatkan kurikulum, pembelajaran aljabar linear tetap menantang bagi banyak mahasiswa. Mahasiswa mungkin mampu menghadapi aspek-aspek prosedural dari mata kuliah aljabar linear. Sama dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian kali ini Stewart juga menggunakan teori *action–process–object–schema* (APOS) dalam pembelajaran yang diajukan oleh Dubinsky dkk, memperlihatkan sebuah pendekatan yang berbeda dari definisi-teorema-pembuktian yang seringkali mencirikan mata-kuliah mata-kuliah universitas.

Selain di luar negeri di Indonesia penelitian tentang teori APOS juga menjadi perhatian para peneliti, seperti Arnawa (2006) menemukan bahwa Mahasiswa yang memperoleh pembelajaran aljabar abstrak berdasarkan teori APOS mempunyai kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran biasa. Bedanya dengan penulis, Arnawa melihat peningkatan kemampuan pembuktian mahasiswa dalam aljabar abstrak sedangkan penulis melihat peningkatan kemampuan *Advanced Mathematical Thinking* dengan menggunakan teori APOS yang dimodifikasi. Selanjutnya Nurlaelah (2009) juga melakukan penelitian tentang teori APOS dan menghasilkan Model pembelajaran APOS dan M-APOS dan kemampuan awal mahasiswa memberikan peranan yang signifikan terhadap pencapaian daya dan kreativitas matematik mahasiswa. Terdapat asosiasi yang rendah antara daya dan kreativitas matematika mahasiswa. Mahasiswa dari model APOS dan M-APOS lebih aktif dan lebih siap untuk belajar dan bekerja di bandingkan kelas ekspositori. Terakhir penelitian Yerizon (2011) yang menghasilkan bahwa kemampuan membaca bukti kelas yang diajar dengan M-APOS lebih tinggi dari kelas konvensional. Kemampuan membaca bukti Prodi Matematika dan prodi Pendidikan Matematika tidak berbeda secara signifikan. Kemampuan mengkonstruksi bukti mahasiswa dengan pendekatan M-APOS lebih tinggi dari kelas konvensional.

Berdasarkan hasil studi dan penelitian dari beberapa pakar mengenai model APOS diperoleh bahwa model APOS dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep pada materi matematika lanjut, seperti: operasi biner, grup, subgroup, koset, subgroup normal, kalkulus, fungsi, dan aljabar linear. Oleh karena itu dapat diduga bahwa model APOS dapat meningkatkan AMT. Hal ini juga didukung oleh Dubinsky (2002) yang menyatakan model APOS dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir matematika tingkat lanjut (AMT) dan sangat cocok untuk materi matematika tingkat lanjut, seperti: fungsi; topik aljabar abstrak seperti operasi biner, grup, subgroup, koset, grup normal; topik matematika diskrit seperti induksi matematika, permutasi, simetri; topik statistika seperti rata-rata, standar deviasi, dan teorema limit pusat; topik teori bilangan seperti nilai tempat dalam bilangan basis-n, keterbagian, perkalian dan konversi bilangan dari suatu basis ke basis yang lain; topik kalkulus seperti limit, aturan rantai, pemahaman turunan secara grafik, dan barisan tak hingga.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnawa, M. (2006). Meningkatkan kemampuan Pembuktian Mahasiswa dalam Aljabar Abstrak melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS. Disertasi pada Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak Diterbitkan
- Asiala, M. et al. (1997). “*The development of students’ graphical understanding of the derivative*”. *Journal of Mathematical Behavior*, 16(4), 399-431.
- A. Gutiérrez, P. Boero (eds.). (2006). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*, 147–172. Sense Publishers. All rights reserved.
- Dubinsky and G. Harel. (2002). *The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy*, MAA
- Ferrari, P.L. (2003). Abstraction in Mathematics. The Royal Society. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 358
- Gagatsis, A. & Elia, I. (2004). *The Role of Representation in Secondary Mathematics Education*. Proceeding of 10th International congress on Mathematical Education, Vol. 2, pp. 447-454

- Goldin, G. A. (2002). *Representation in Mathematical Learning and Problem solving*. In L.D English (Ed). International Research in Mathematical Education IRME, 197-218. New Jersey: Lawrence Erlbaum
- Harries, T & Barmby, P. (2006). *Representation multiplication. Proceeding of the British Society for Research into Learning Mathematics*. 26 (3), 25-30
- Hwang, et al. (2007). *Multiple Representation Skills and Creativity Effect on Mathematical Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System*. Educational Technology & society. Vol. 10 No. 2 pp. 191-212
- Janvier, C. (1987). *Problems of representation in the teaching and Learning of Mathematics*, Hillsdale, New Jersey. London:Lawrence Erlbaum
- Kalathil, R.R., & Sherin, M.G. (2000). *Role of Students' Representation in the Mathematics Classroom*. In B Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds). Fourth international Conference of the learning sciences (pp. 27-28). Mahwah, NJ:Erlbaum
- Knapp, Jessica. (2006). *A Framework to Examine Definition use in Proof*. Proceeding of the North American Chapter of the International Group for the PME.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, V.A: National Council of Teachers of Mathematics
- Ostad, S.A. Memahami dan Menangani Bilangan. [Online]. Tersedia
- Proclus. (2006). Hystory Geometri. [Online]. Tersedia.
- Radford, L. (2001). Rethinking Representation. [Online]. Tersedia: <http://matedu.cinvestav.mx/Radford.pdf>
- Rosengrant, D. (2005). An Overview of Recent Research on Multiple Representations. [Online]. Tersedia: <http://paer.rutgers.edu/scientificAbilities/downloads/papers/DavidRosperc2006.pdf>
- Sumarmo. (2004). Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa, dan Bagaimana dikembangkan pada Peserta Didik. Makalah Disajikan pada Seminar Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Tanggal 8 Juli 2004. Tidak Diterbitkan
- . (2011). *Advanced Mathematical Thinking and Habits of Mind Mahasiswa*, Hand Out FPMIPA UPI.
- Tall, D. (1995) *Cognitive Growth in Elementary and Advanced Mathematical Thinking*. Mathematics Education Research Centre. Warwick Institute of Education University of Warwick
- . (2002). "Advanced Mathematical Thinking". Boston: Kluwer
- Weber, K. (2001). Student difficulty in constructing proofs: The need for strategic knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 48, 101-119
- White, P., & Mitchelmore, M. C. (2010). Teaching for Abstraction: A Model. *Mathematical Thinking & Learning*, 12(3), 205-226. doi:10.1080/10986061003717476. Available from: Education Research Complete, Ipswich, MA. Accessed March 4, 2012.
- Yerizon, (2011). Peningkatan Kemampuan Pembuktian Matematis dengan Pendekatan Modifikasi APOS pada Mahasiswa. Disertasi pada Universitas Pendidikan Indonesia: Tidak Diterbitkan
- Yoo, S. (2008). *Effects of Traditional and Problem Based Instruction on Conceptions of Proof and Pedagogy in Undergraduates and Prospective Mathematics Teacher*, Dissertasion of The University of Texas at Austin: Tidak Dipublikasikan
- http://www.docstoc.com/docs/1986629/2-PERMENDIKNAS-NO-23-TAHUN-2006-SKL_180208

PERBANDINGAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA DENGAN METODE *BRAIN-STORMING* DAN PENDEKATAN EKSPOSITORI

Siti Chotimah

Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi Bandung

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil belajar matematika antara siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan metode *Brain-Storming* lebih baik daripada siswa yang pembelajarannya dengan pendekatan Ekspositori. Jenis penelitian ini adalah eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMP Negeri di Cikarang. Pada penelitian ini diambil sampel dari siswa kelas VIII.1 dan VIII.2. Data yang akan diolah dalam penelitian ini adalah dari skor pretes dan postes. Kedua skor ini masing-masing dari kelompok kelas eksperimen dan kelompok kelas kontrol, kemudian dilakukan pengolahan data. Pengolahan masing-masing data tes yaitu menguji kenormalan kedua kelompok yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, lalu diuji homogenitas dua varians dan uji-t dari kedua kelompok tersebut. Hasil penelitian dan pengolahan data pada pretest dan posttest dari kedua metode berdistribusi normal dan homogen. Dalam uji Hipotesis hasilnya berbeda, pada pretes dan postes H_0 ditolak. Artinya terdapat perbedaan hasil belajar matematika siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan Metode *Brain-Storming* dan dengan yang menggunakan Metode Ekspositori. Hasil akhir dari penelitian ini menyimpulkan bahwa hasil belajar matematika siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan Metode *Brain-Storming* lebih baik dari pada siswa yang mendapatkan Metode Ekspositori.

Kata kunci: Hasil Belajar Matematika Siswa, Metode Pembelajaran *Brain-Storming*.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembelajaran menurut Dimiyati (1999:297) adalah "kegiatan guru secara terprogram dalam desain intruksional, untuk membuat siswa belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar. Pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berfikir yang dapat meningkatkan kemampuan berfikir siswa, serta dapat meningkatkan kemampuan mengkontruksi pengetahuan baru sebagai upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran. Mengajar menurut William (Sagala, 2007:61) adalah "upaya memberikan stimulus, bimbingan pengarahan dan dorongan kepada siswa agar terjadi proses belajar.

Matematika merupakan pelajaran yang sangat unik karena memiliki karakteristik yang membedakannya dari yang lainnya. Menurut Soleh (1998:4), "Matematika dipandang sebagai suatu produk pengetahuan dan proses/kegiatan melakukan percobaan, membuat dugaan, model, symbol, menemukan pola, menafsirkan, membuktikan, menggeneralisasikan, memutuskan, dan mengkomunikasikan". Untuk kepentingan pedagogik di tingkat dasar dan menengah, dibuatlah matematika sekolah. Yaitu matematika dengan pokok bahasan dipilah-pilah sesuai tahap perkembangan intelektual siswa.

Di sekolah lanjutan tingkat pertama, mata pelajaran matematika bertujuan untuk menumbuhkembangkan kemampuan bernalar, yaitu untuk mengambil suatu kesimpulan meskipun masih dari masalah hasil percobaan atau melihat pola. Melalui proses belajar matematika, diharapkan siswa sanggup menghadapi perubahan keadaan dalam kehidupan yang selalu berkembang melalui latihan bertindak atas dasar pemikiran yang logis, kritis, dan kreatif.

Target yang harus dicapai tersebut jelas merupakan tuntutan yang tidak mungkin dapat dicapai hanya melalui hafalan, latihan pengerjaan soal yang bersifat rutin, serta pembelajaran biasa. Diperlukan keahlian guru untuk dapat melaksanakan pembelajaran yang mendukung tuntutan tersebut. Salah satunya adalah keahlian dalam memilih metode dan pendekatan dalam mengajar. Ruseffendi (2006:17) mengemukakan bahwa ‘keberhasilan siswa dalam belajar akan banyak dipengaruhi oleh kemampuan-kemampuan guru profesional’. Selain itu, keberhasilan siswa dalam belajar juga dipengaruhi oleh model penyampaian materi pelajarannya.

Berdasarkan nilai UAS tahun 2008 rata-rata nilai yang didapat oleh siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Cikarang adalah 5,8. Sedangkan standar kelulusan adalah 6,0. ini berarti standar kelulusan belum tercapai. Hal ini terjadi karena berbagai macam hal, salah satunya adalah metode guru dalam penyampaian materi ajar belum benar-benar dipahami oleh setiap siswa. Disini peneliti akan mencoba melakukan penelitian dengan memberikan pembelajaran dengan menggunakan metode dan pendekatan agar tujuan belajar dan pembelajaran tercapai.

Diantara metode pembelajaran adalah metode brain-storming dan pendekatan ekspositori yang merupakan bentuk metode dan pendekatan yang inovatif dalam pembelajaran matematika. Masing-masing metode dan pendekatan memiliki kelebihan tersendiri yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, yang telah diuraikan maka rumusan dan batasan masalahnya adalah Apakah hasil belajar matematika antara siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan metode brain-storming lebih baik dari pada siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan pendekatan ekspositori?

1.3. Tujuan Penelitian

Ingin mengetahui apakah hasil belajar matematika antara siswa yang pembelajarannya menggunakan metode brain-storming lebih baik dari pada siswa yang pembelajarannya menggunakan pendekatan ekspositori.

2. Landasan Teori

2.1. Pengertian Belajar

Istilah belajar pada umumnya dikaitkan dengan perkembangan intelek dan bahkan selalu dihubungkan dengan kegiatan pendidikan formal. Sedangkan belajar merupakan kegiatan setiap insani sejak lahir sampai akan meninggal dunia. Untuk mengetahui pengertian belajar tersebut penulis akan menguraikan hal-hal berikut :

Jersild (Sagala, 2007) menyatakan bahwa:

”Belajar adalah suatu proses perubahan tingkah laku dalam pendidikan karena pengalaman dan latihan atau karena mengalami latihan. Dalam mengalami latihan itu anak belajar terus menerus antara anak didik dan lingkungannya secara sadar dan sengaja. Belajar sebagai proses akan terarah kepada tercapainya tujuan. Belajar merupakan komponen paling vital dalam setiap usaha penyelenggaraan jenis dan jenjang pendidikan, sehingga tanpa proses belajar sesungguhnya tidak pernah ada pendidikan”.

Sedangkan Gagne (Sagala, 2007) menyatakan bahwa :

”Belajar merupakan kegiatan yang kompleks, dan hasil berupa kapabilitas, timbulnya kapabilitas disebabkan: (1) stimulasi yang berasal dari lingkungan; dan (2) proses kognitif yang dilakukan oleh pelajar. Setelah belajar orang memiliki keterampilan, pengetahuan, sikap, dan nilai”.

Dari pengertian diatas dapat diperoleh suatu kesimpulan tentang pengertian belajar. Belajar adalah merupakan aktivitas dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Belajar adalah perubahan, yaitu belajar menghasilkan perubahan perilaku dalam diri individu.
- 2) Belajar menghasilkan perubahan perilaku yang secara relative tetap dalam berfikir, merasa, dan melakukan pada diri individu.
- 3) Perubahan terjadi sebagai hasil latihan, pengalaman, dan pengembangan yang hasilnya tidak dapat diamati secara langsung.

2.2. Pengertian Pengajaran

Burton (Sagala, 2007:61) mengemukakan bahwa: "Mengajar adalah upaya memberikan stimulus, bimbingan pengarahan, dan dorongan kepada siswa agar terjadi proses belajar". Jadi dapat disimpulkan bahwa pengajaran merupakan proses yang berfungsi membimbing anak didalam belajar, yakni membimbing dan mengembangkan diri sesuai dengan tugas-tugas yang harus dijalankan oleh anak didik. Hasil dari pendidikan dan pengajaran itu adalah perubahan tingkah laku anak didik.

2.3. Tujuan Utama Pengajaran

Keberhasilan suatu proses pengajaran diukur dari sejauh mana siswa dapat menguasai materi pelajaran yang disampaikan guru. Materi pelajaran itu sendiri adalah pengetahuan yang bersumber dari mata pelajaran yang diberikan disekolah. Kriteria keberhasilan ditentukan oleh penguasaan materi pelajaran, maka alat evaluasi yang digunakan biasanya adalah tes hasil belajar tertulis yang dilaksanakan secara periodik.

2.4. Metode *Brain-Storming* dan Metode Ekspositori

Brain-storming adalah suatu metode atau cara mengajar yang dilaksanakan oleh guru di dalam kelas. Ialah dengan melontarkan suatu masalah ke kelas oleh guru, kemudian siswa menjawab atau menyatakan pendapat atau komentar sehingga mungkin masalah tersebut berkembang menjadi masalah baru, atau dapat diartikan pula sebagai satu cara untuk mendapatkan banyak ide dari sekelompok manusia dalam waktu yang sangat singkat.

Dalam pelaksanaan metode ini tugas guru adalah memberikan masalah yang mampu merangsang pikiran siswa, sehingga mereka menanggapi. Murid bertugas menanggapi masalah dengan mengemukakan pendapat, komentar atau bertanya. Siswa yang kurang aktif perlu dipancing dengan pertanyaan dari guru agar turut berpartisipasi aktif, dan berani mengemukakan pendapatnya.

Ekspositori adalah jenis pendekatan dimana guru menyampaikan informasi mengenai bahan pengajaran dalam bentuk penjelasan dan penuturan secara lisan kepada siswa dan diharapkan siswa dapat menangkap dan mengingat informasi yang diberikan oleh guru. Pendekatan ekspositori disebut juga mengajar secara konvensional seperti metode ceramah maupun demonstrasi. Dalam pendekatan ekspositori ini Makmun (Sagala, 2007 : 76) mengemukakan bahwa "Guru menyajikan bahan dalam bentuk yang telah dipersiapkan secara rapi, sistematis dan lengkap sehingga siswa tinggal menyimak dan mencernanya".

Dalam pendekatan ini menunjukkan bahwa guru berperan lebih aktif, lebih banyak melakukan aktivitas dibandingkan siswanya, karena guru telah mengelola dan mempersiapkan bahan ajaran secara tuntas. Sedangkan siswa berperan lebih pasif tanpa banyak melakukan pengolahan bahan karena menerima bahan ajaran dari guru. Hipotesis penelitian, berdasarkan berbagai literature yang didapat maka hipotesis penelitian ini adalah "Hasil belajar matematika antara siswa yang pembelajarannya menggunakan metode *brain-storming* lebih baik dari pada siswa yang pembelajarannya menggunakan pendekatan ekspositori".

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen karena adanya manipulasi perlakuan pembelajaran menggunakan metode *brain-storming* dan pendekatan ekspositori dengan

dua kelompok eksperimen. Semua kelompok diberi pretest dan posttest. Adapun desain penelitiannya adalah sebagai berikut :

A O X₁ O
A O X₂ O

Keterangan :

- A : Menunjukkan pengelompokan subjek dipilih secara bebas
- X₁ : Perlakuan terhadap kelas eksperimen I (pembelajaran matematika menggunakan metodebrain-storming)
- X₂ : Perlakuan terhadap kelas eksperimen II (pembelajaran menggunakan pendekatan ekspositori)
- O : Pretes dan postes

3.2. Subyek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMP Negeri di Cikarang. Pada penelitian ini diambil sampel dari siswa kelas VIII.1 sebagai kelas eksperimen dan VIII.2 sebagai kelas kontrol.

3.3. Variabel Penelitian.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah: (1) metode *Brain-Storming* yang diberikan dikelas eksperimen; (2) pendekatan ekspositori yang diberikan di kelas kontrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah: (1) hasil belajar matematik siswa.

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lima jenis instrument yaitu soal tes tertulis mengenai hasil belajar matematik siswa yang dibuat dalam bentuk uraian.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan dalam bentuk tes. Data yang berkaitan dengan hasil belajar matematik siswa dikumpulkan melalui tes (pretes dan postes).

3.6. Prosedur Pengolahan Data

Sebelum data hasil penelitian diolah, terlebih dahulu dipersiapkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Memberikan skor jawaban sesuai dengan kunci jawaban dan system penskoran yang digunakan.
- b. Menghitung hasil belajar siswa yang terjadi sebelum dan sesudah pembelajaran.
- c. Melakukan uji normalitas pada data pretest dan posttest.
- d. Melakukan uji homogenitas varians data skor pretes dan postes
- e. Melakukan uji perbedaan dua rata-rata

Untuk lebih memudahkan pengujian statistik pada penelitian ini, maka penulis menggunakan media bantu minitab 14.

4. Hasil Penelitian

4.1. Deskripsi Data Hasil Belajar

Sebelum perlakuan diberikan kepada kelompok eksperimen, perlu diketahui terlebih dahulu kemampuan awal kedua kelompok. Kemampuan awal yang sama dari kedua kelompok sebelum perlakuan, akan menentukan hasil penelitian. Perbedaan hasil belajar yang terjadi setelah perlakuan (eksperimen) dapat dilanjutkan dengan analisis data selanjutnya. Untuk itu, yang pertama kali dilaksanakan adalah meneliti kemampuan awal siswa kedua kelompok dengan memberikan tes awal. Selanjutnya kelompok eksperimen mendapat perlakuan yaitu pelaksanaan proses belajar mengajar dengan menggunakan metode pembelajaran *Brain-Storming*. Sedangkan kelompok kontrol melaksanakan proses belajar mengajar dengan metode pembelajaran Ekspositori. Setelah

proses belajar mengajar kedua kelompok dilakukan, akan dilaksanakan tes akhir yang bertujuan untuk mengetahui hasil belajar matematika siswa setelah mendapatkan perlakuan.

Data hasil skor tes awal, tes akhir kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1
Pengolahan data skor tes awal dan tes akhir kedua kelas

Nilai rata-rata kelas	Tes Awal	Tes Akhir
Eksperimen	$X = 3,975$ $S = 1,074$	$X = 7,55$ $S = 1,154$
Kontrol	$X = 3,675$ $S = 0,9971$	$X = 6,95$ $S = 1.154$

4.2. Analisis Data Tes Awal

Uji Normalitas Tes Awal Kelas Eksperimen

Perhitungan uji normalitas tes awal kelas eksperimen diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Normality Test. Sebelum kita menguji normalitas data, kita rumuskan terlebih dahulu hipotesisnya, yaitu:

H_0 = data berdistribusi normal.

H_1 = data berdistribusi tidak normal.

Kriteria pengujian:

H_0 diterima jika $P\text{-value} > 0,05$

H_0 ditolak jika $P\text{-value} \leq 0,05$

Berikut diagram hasil perhitungan:

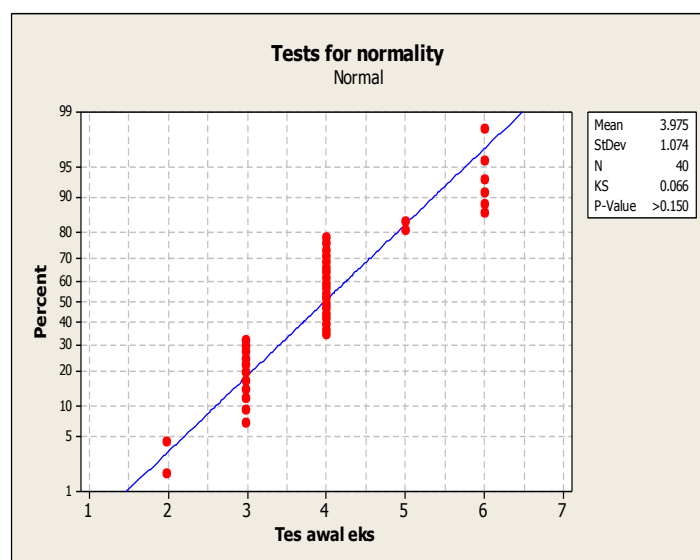


Diagram 4.1
Uji Normalitas Tes Awal Kelas Eksperimen

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} > 0,150$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Berarti data berdistribusi normal.

Uji Normalitas Tes Awal Kelas Kontrol

Perhitungan uji normalitas tes awal kelas kontrol diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Normality Test. Sebelum kita menguji normalitas data, kita rumuskan terlebih dahulu hipotesisnya, yaitu:

H_0 = data berdistribusi normal.

H_1 = data berdistribusi tidak normal.

Kriteria pengujian:

Ho diterima jika $P\text{-value} > 0,05$

Ho ditolak jika $P\text{-value} \leq 0,05$

Berikut diagram hasil perhitungan:

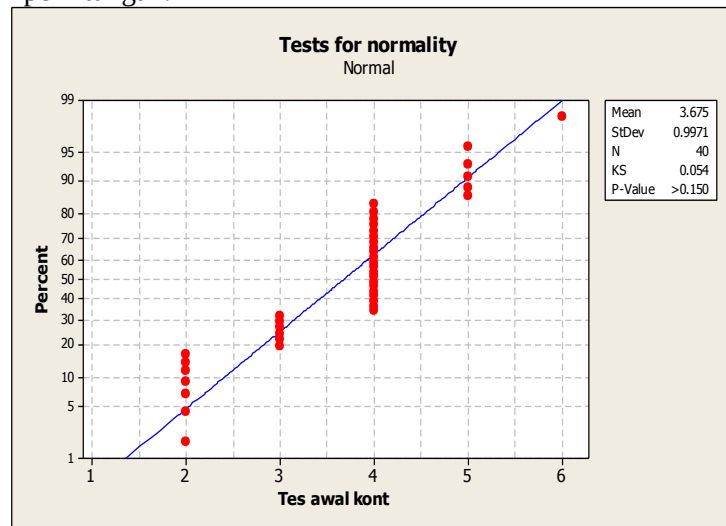


Diagram 4.2
Uji Normalitas Tes Awal Kelas Kontrol

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} > 0,150$. Jadi $P > 0,05$ maka Ho diterima. Berarti data berdistribusi normal.

Uji Homogenitas Kedua Kelas

Perhitungan uji Homogenitas tes awal kedua kelas diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Variances. Sebelum kita menguji kehomogenitasan data, kita rumuskan terlebih dahulu hipotesisnya, yaitu:

Ho = Populasi kedua sampel homogen ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

H1 = Populasi kedua sampel tidak homogen ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

Kriteria pengujian:

Ho diterima jika $P\text{-value} > 0,05$

Ho ditolak jika $P\text{-value} \leq 0,05$

Berikut diagram hasil perhitungan:

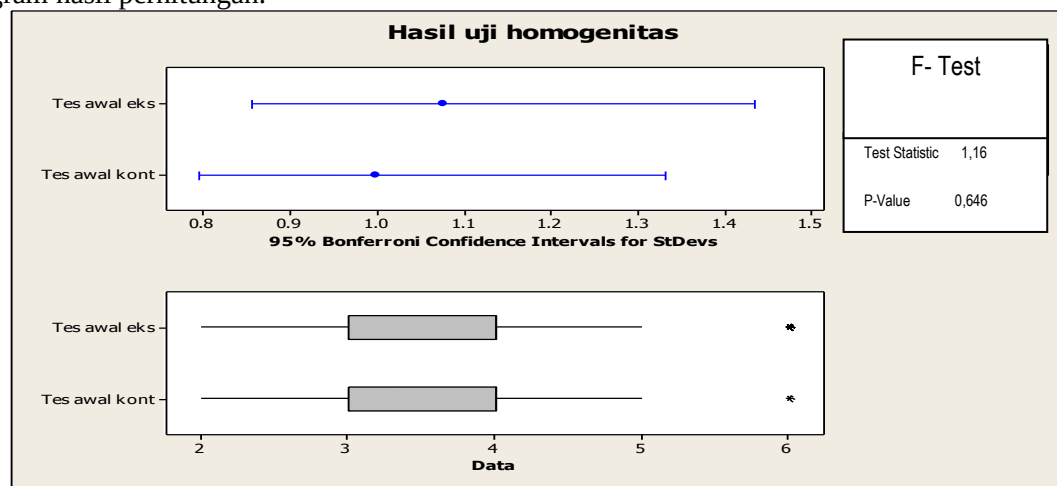


Diagram 4.3
Uji Homogenitas Tes Awal

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} = 0,646$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Berarti populasi berasal dari sampel yang homogen.

Uji Hipotesis Tes Awal

Two-Sample T-Test and CI: Tes awal eks, Tes awal kont

Two-sample T for Tes awal eks vs Tes awal kont

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tes awal eks	40	3.98	1.07	0.17
Tes awal kont	40	3.675	0.997	0.16

Difference = μ (Tes awal eks) - μ (Tes awal kont)

Estimate for difference: 0.300000

95% CI for difference: (-0.161284, 0.761284)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.29 P-Value = 0.199 DF = 78

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} = 0,199$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Tidak terdapat perbedaan rata-rata kemampuan awal antara kelas.eksperimen dan kelas kontrol.

4.3. Analisis Data Tes Akhir

Uji Normalitas Tes Akhir Kelas Eksperimen

Perhitungan uji normalitas tes akhir kelas eksperimen diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Normality Test.

Berikut diagram dan hasil perhitungannya:

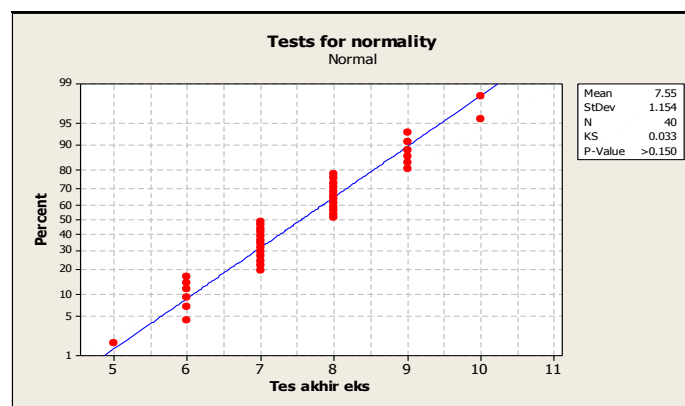


Diagram 4.4
Uji Normalitas Tes Akhir Kelas Eksperimen

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} > 0,150$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Berarti data berdistribusi normal.

Uji Normalitas Tes Akhir Kelas Kontrol

Perhitungan uji normalitas tes akhir kelas kontrol diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Normality Test.

Berikut diagram dan hasil perhitungannya:

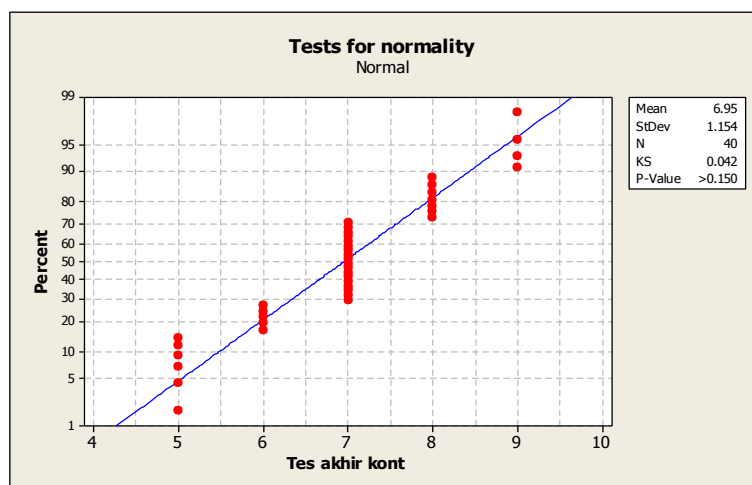


Diagram 4.5
Uji Normalitas Tes Akhir Kelas Kontrol

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} > 0,150$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Berarti data berdistribusi normal.

Uji Homogenitas Tes Akhir Kedua Kelas

Perhitungan uji normalitas tes akhir kedua kelas diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > Variances.

Berikut diagram dan hasil perhitungannya:

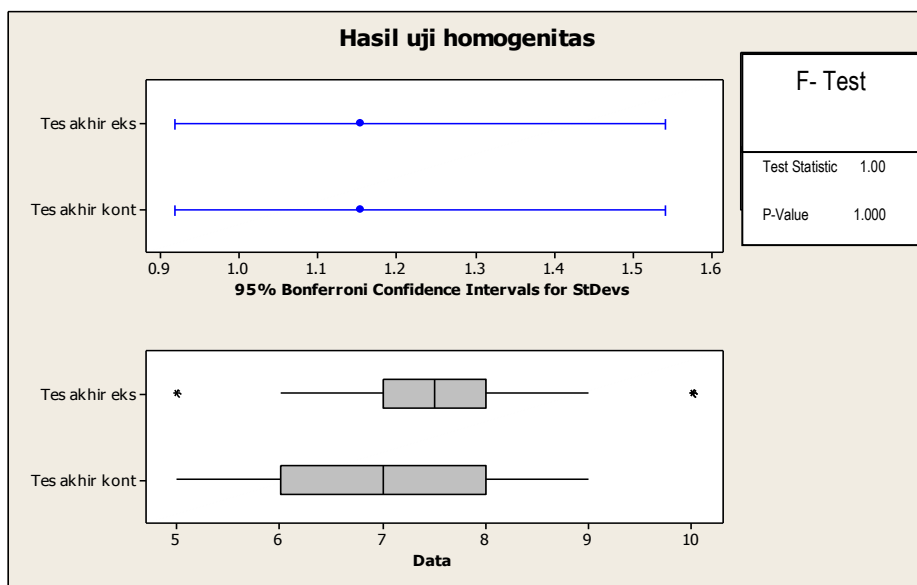


Diagram 4.6
Uji Homogenitas Tes Akhir

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $p\text{-value} = 1,000$. Jadi $P > 0,05$ maka H_0 diterima. Berarti populasi berasal dari sampel yang homogen.

Uji Hipotesis Tes Akhir

Perhitungan uji normalitas tes akhir kelas kontrol diperoleh dengan menggunakan *software* Minitab seri 14 dengan prosedur: Stat > Basic Stat > 2-Sample Test.

Berikut hasil perhitungannya:

Two-Sample T-Test and CI: Tes akhir eks, Tes akhir kont

Two-sample T for Tes akhir eks vs Tes akhir kont

	N	Mean	StDev	SE Mean
Tes akhir eks	40	7.55	1.15	0.18
Tes akhir kont	40	6.95	1.15	0.18

Difference = μ (Tes akhir eks) - μ (Tes akhir kont)

Estimate for difference: 0.600000

95% CI for difference: (0.086460, 1.113540)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.33 P-Value = 0.023 DF = 78

hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai p-value = 0,023. Jadi $P < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berarti rata-rata kemampuan hasil belajar kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol.

5. Pembahasan

Pada pengujian uji normalitas skor tes awal kelas eksperimen menunjukkan data berdistribusi normal dan pengujian uji normalitas skor tes awal kelas kontrol juga menunjukkan data berdistribusi normal. Uji homogenitas skor tes awal kedua kelas menunjukkan populasi berasal dari sampel yang homogen. Uji hipotesis skor tes awal kedua kelas menunjukkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki rata-rata kemampuan awal yang tidak berbeda.

Karena tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan awal pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka dilanjutkan dengan pengujian tes akhir. Pengujian uji normalitas skor tes akhir kelas eksperimen menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dan uji normalitas skor tes akhir kelas kontrol juga menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Uji homogenitas kedua kelas menunjukkan populasi berasal dari sampel yang homogen. Uji hipotesis kedua kelas menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki rata-rata kemampuan lebih dari kelas kontrol.

Dapat disimpulkan bahwa hasil belajar matematika siswa yang pembelajarannya menggunakan metode pembelajaran brain-storming lebih baik dari pada siswa yang pembelajarannya menggunakan metode pembelajaran ekspositori.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan dan hasil dari analisis data yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa hasil belajar matematika siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan metode brain-storming lebih baik dari pada siswa yang pembelajarannya dengan menggunakan pendekatan ekspositori.

6.2. Saran

- Dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika, guru hendaknya terus berusaha memberi bantuan dan bimbingan kepada anak didiknya yang mengalami kesulitan dalam belajar matematika.
- Guru hendaknya terus melakukan upaya menerapkan model pembelajaran yang baru dengan tujuan adalah untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Roestiyah. (1990). *Srtategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.

Ruseffendi. (1991). *Penilaian Pendidikan dan Hasil Belajar Siswa*. Bandung: Tarsito.

- Ruseffendi, E.T. (2005). *Dasar Dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Eksata Lainnya*. Bandung: Tarsito.
- Ruseffendi, E.T. (2006). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kopetensinya dalam Pengajaran Matematika*. Bandung: Tarsito.
- Sagala. (2007). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Saleh. (1998). *Pokok Pokok Pengajaran Matematika Sekolah*. Jakarta: Depdikbud.
- Sanjaya. (2008). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Soewondo. (1991). *Dasar Dasar Pendidikan*. Semarang: Effhar Publishing.
- Suherman, E. (2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: UPI.
- Sujana. (1996). *Metoda Statistika (edisi keenam)*. Bandung: Tarsito.

HUBUNGAN ANTARA STRATEGI METAKOGNITIF DAN KOMUNIKASI MATEMATIS

Maria Agustina Kleden

Universitas Nusa Cendana Kupang NTT
mariakleden@yahoo.com

ABSTRAK

Strategi pembelajaran metakognitif memberdayakan peserta didik untuk mencapai proses kognitif tingkat tinggi yaitu memungkinkan mereka menemukan proses pemecahan masalah yang tepat. Di sisi lain, melalui strategi pembelajaran ini akan terjadi internalisasi pengetahuan melalui definisi masalah, mengajukan pertanyaan untuk dirinya sendiri, membangun hubungan antara informasi yang ada dan informasi baru, dan memantau sendiri proses belajar yang terjadi. Salah satu aspek penting dari strategi pembelajaran matematika ini adalah bahwa siswa didorong untuk berpartisipasi aktif dalam komunikasi baik dengan sesama siswa, dengan guru maupun dengan bahan ajar. Siswa dilatih agar mampu mengontrol proses belajar mereka untuk menjadi lebih bertanggung jawab dalam mengeksplorasi ide-ide matematika mereka baik dalam bentuk tulisan maupun lisan. Mereka mampu menginterpretasi menggunakan kalimat mereka sendiri tentang pengetahuan yang mereka sudah miliki dan menghubungkannya dengan pengetahuan baru. Hal ini disebabkan karena strategi metakognitif membantu peserta didik mengatur kognisi mereka sendiri dan fokus untuk merencanakan, dan mengevaluasi kemajuan mereka ketika mereka menuju ke kompetensi komunikasi. Siswa diharapkan memberikan penjelasan mengapa strategi itu yang dipilih. Identifikasi masalah bertujuan untuk memfasilitasi keseluruhan perencanaan dari tugas komunikasi yang memungkinkan siswa menilai tujuan dan hasil yang diharapkan. Siswa juga mencoba merencanakan bahasa yang baik untuk mengekspresikan ide-ide dan pemikiran mereka. Merencanakan isi dan bahasa merupakan perencanaan strategis yang diyakini sangat bermanfaat untuk menyelesaikan masalah matematika. Evaluasi juga merupakan target pembelajaran karena dapat mendorong terjadinya refleksi setelah komunikasi dilakukan. Strategi metakognitif memotivasi siswa untuk memiliki kesadaran berpikir tentang suatu gagasan matematis. Hal ini merupakan representasi internal. Representasi internal tidak dapat dipahami orang lain. Untuk itu diperlukan komunikasi sebagai representasi eksternal. Strategi metakognitif mengembangkan kemampuan kognisi, pemantauan, pengontrolan pemikiran untuk mencapai pengambilan kesimpulan dalam bentuk pemikiran yang logis, kritis, kreatif, serta teliti menghubungkan suatu konsep dengan konsep lainnya. Apa yang telah dipikirkan akan dieksplorasi dengan menggunakan bahasa, simbol dan tanda yang tepat sehingga tujuan dari pembelajaran itu tercapai. Disini dibutuhkan kemampuan merepresentasi ide dalam bahasa sendiri, gambar, tabel atau grafik. Memiliki kemampuan komunikasi yang baik, membuat siswa lebih percaya diri untuk mengekspresikan ide-ide matematika dalam bentuk bahasa yang mudah dipahami orang lain. Mereka juga mampu memahami ide-ide orang lain yang tersaji baik dalam bentuk model matematika, grafik, gambar maupun tabel.

Kata Kunci: Strategi Metakognitif, Komunikasi Matematis

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Terdapat banyak penelitian pendidikan yang dilakukan dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan. Salah satu topik yang luas dibahas dalam dunia pendidikan adalah pembelajaran matematika. Sebagaimana matematika memiliki penggunaan yang luas dalam perkembangan ilmu pengetahuan maka pembelajaran matematika harus diupayakan seoptimal mungkin agar para siswa memahami apa yang dipelajari.

Soedjadi (Saondi, 2008) mengatakan bahwa pendidikan matematika memiliki dua tujuan besar yaitu tujuan yang bersifat formal dan tujuan yang bersifat material. Tujuan yang bersifat formal menekankan pada penataan nalar dan pembentukan pribadi anak. Sedangkan tujuan yang bersifat material memberi penekanan pada penerapan matematika serta kemampuan memecahkan masalah matematik. *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) menegaskan bahwa dalam pembelajaran matematika terdapat lima kemampuan yang harus dicapai oleh siswa yaitu pemahaman matematika, penalaran matematis, koneksi matematika, pemecahan masalah matematika, dan komunikasi matematis.

Mencermati tujuan pendidikan matematika dan standar NCTM di atas dapat dikatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis sangat dibutuhkan dalam pembelajaran matematika. Dengan memiliki kemampuan ini, siswa akan dengan tepat mengeksplorasi ide-ide matematika dan strategi yang mereka gunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam bentuk bahasa baik secara lisan maupun tulisan. Melalui komunikasi yang baik, siswa mampu menyakinkan dirinya dan orang lain tentang kelogisan pikirannya.

Pentingnya kemampuan ini sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika (KTSP, 2006) yaitu: (a) untuk mengkomunikasikan ide melalui penggunaan simbol, tabel, diagram atau yang lainnya; (b) untuk menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan sehari-hari, rasa ingin tahu, perhatian, minat dalam belajar matematika, dan memiliki keteguhan sikap dan kepercayaan diri dalam menyelesaikan masalah. Hal ini sejalan dengan Lindquist & Eliot, 1996 (Yonandi, 2010) yang mengatakan bahwa matematika sebagai suatu bahasa spesifik yang merupakan hal esensi dari pembelajaran dan asesmen matematika. Dengan demikian, diharapkan bahwa dalam pembelajaran matematika guru selalu berusaha memunculkan, menanamkan dan mengembangkan kemampuan dan disposisi komunikasi matematis pada siswa agar tercapai tujuan pembelajaran matematika sebagaimana yang diharapkan.

Banyak literatur merekomendasikan agar guru harus mengembangkan keterampilan berpikir siswa melalui pengajaran, untuk mendukung siswa merefleksikan proses pembelajaran mereka. Interaksi antara individu dapat mendukung siswa untuk berkomunikasi dan menjelaskan pemikiran mereka. Belajar harus dirancang sedemikian rupa sehingga memberikan berbagai kegiatan yang mendorong siswa untuk berpikir dan mengontrol aktivitas intelektual mereka sendiri.

Strategi pembelajaran metakognitif merupakan salah satu strategi pembelajaran yang akhir-akhir ini menjadi perhatian para pemerhati dan pelaksana pendidikan. Strategi pembelajaran ini akan memanfaatkan semua kemampuan siswa untuk mengungkapkan dalam bentuk bahasa matematika yang tepat dan jelas tentang pemikiran atau ide-ide matematika mereka.

1.2. Permasalahan

Kemampuan komunikasi matematis merupakan aspek esensial yang harus dimiliki siswa. Untuk itu perlu adanya suatu strategi pembelajaran yang mampu meningkatkan dan menumbuhkembangkan kemampuan ini. Rumusan masalah dalam tulisan ini adalah “bagaimana hubungan antara strategi metakognitif dan kemampuan komunikasi matematis?”

1.3. Urgensi Penelitian

Pada umumnya guru matematika hanya berfokus pada penanaman konsep-konsep matematika sehingga jarang fokus pada pengetahuan bahasa matematika dan keterampilannya. Gray, 2004 (dalam Kabaal, 2012) dalam sebuah penelitian mengemukakan bahwa alasan mengapa guru jarang fokus pada bahasa saat mengajar matematika adalah bahwa guru tidak mengetahui bagaimana mengajar bahasa matematika atau mungkin mereka tidak percaya diri jika mereka mampu berhasil menerapkan bahasa dalam pembelajaran matematika. Bahkan ada guru berpendapat bahwa komunikasi hanya merupakan suatu keterampilan yang tidak perlu diajarkan dan akan bertumbuh berdasarkan pengalaman yang siswa peroleh dari guru.

Sementara dalam pembelajaran matematika, kemampuan komunikasi merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki oleh siswa. Dengan demikian penulis berpendapat bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis merupakan hal yang urgen yang harus dilakukan

guru/dosen agar terjadi peningkatan mutu pendidikan sebagaimana yang diharapkan. Salah satu cara meningkatkan kemampuan komunikasi matematis adalah menerapkan strategi metakognitif dalam pembelajaran matematika.

2. Pembahasan

2.1. Strategi Metakognitif

Winn dan Synder, 1988 (dalam Pratiwi, 2012) mengatakan bahwa metakognisi terdiri dari dua proses dasar yang terjadi yaitu memantau proses berpikir saat belajar, dan membuat perubahan dan menyesuaikan strategi jika terlihat bahwa strategi yang digunakan tidak dilakukan dengan baik. Flavel (dalam Ozsoy & Ataman, 2009) mendefinisikan metakognitif sebagai pengetahuan seseorang yang berkenaan dengan proses dan produk kognitif orang itu sendiri atau segala sesuatu yang berkaitan dengan proses dan produk tersebut.

Sesuai dengan kedua pendapat ini, secara umum dapat dikatakan bahwa metakognisi merupakan suatu proses yang terjadi secara internal. Proses ini terdiri dari dua proses dasar yang terjadi secara bergantian yaitu memantau dan mengontrol produk berpikir atau gagasan mereka saat belajar, dan untuk membuat perubahan yang selanjutnya mengambil keputusan dan memilih strategi yang tepat dan efektif. Jadi metakognitif merupakan pengetahuan seseorang berkenaan dengan kebenaran, keakuratan strategi secara matematis yang berkaitan dengan proses dan produk kognitif. Bagaimana siswa memberdayakan kemampuan kognitifnya, memantau proses pemikirannya dan menggunakan strategi dalam menata perubahan proses berpikirnya sehingga efisien dan efektif dalam menyelesaikan masalah. Banyak siswa yang tidak dapat memikirkan apa yang dipikirkan dan tidak bisa mengontrol proses berpikir terkait dengan informasi yang sedang dihadapi. Apabila proses metakognitif tidak berjalan dengan baik dalam hal ini tidak atau kurang berkualitas maka perkembangan kognitif siswa tersebut akan berjalan lambat. Hal ini dapat mengakibatkan kegagalan siswa dalam mencapai hasil.

Dalam pembelajaran metakognitif, setiap siswa bisa saja memiliki proses yang berbeda dalam memecahkan suatu masalah. Mereka diberi kesempatan untuk mengeksplorasi apa yang mereka pikirkan tentang masalah yang dihadapi dan strategi apa yang digunakan untuk menyelesaikannya. Melalui strategi pembelajaran ini akan terjadi internalisasi pengetahuan melalui definisi masalah, mengajukan pertanyaan untuk dirinya sendiri, membangun hubungan antara informasi yang ada dan informasi baru, dan memantau sendiri proses belajar yang terjadi.

Dalam pembelajaran matematika, pemodelan merupakan aspek yang penting. Hal ini disebabkan karena dalam matematika banyak fenomena dalam kehidupan sehari-hari harus dinyatakan dalam model matematika agar dapat dengan mudah diselesaikan. Namun, disadari bahwa kemampuan siswa dalam menterjemahkan fenomena keseharian dalam model matematika masih rendah. Dalam strategi metakognitif kemampuan ini dilatih. Hal ini ditegaskan juga oleh Muijs & Reynolds, 2005, Killen, 2000 (Toit & Kotze, 2009) bahwa pemodelan terjadi ketika guru menunjukkan proses yang terlibat dalam melakukan tugas yang sulit, atau ketika guru memberitahu siswa tentang pemikiran mereka dan memotivasi untuk memilih strategi tertentu ketika memecahkan masalah. Pemodelan dan diskusi meningkatkan pemikiran peserta didik dan berbicara tentang pemikiran mereka sendiri (Blakey & Spence, 1990). Schoenfeld (1987) menegaskan bahwa pentingnya guru tidak selalu menyajikan presentasi terakhir, mencatat rapi jawaban di papan tulis, tetapi untuk sering memodelkan masalah dan menyelesaikan masalah langkah demi langkah.

Melalui aktivitas merencanakan, memonitor dan mengevaluasi, siswa memanfaatkan pengetahuan baru dan menggali pengetahuan yang pernah dimiliki untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Siswa akan berupaya keras dalam belajar karena mereka yang merencanakan sendiri apa yang akan mereka pelajari. Proses pembelajaran yang dilakukan selanjutnya dipantau dan dievaluasi agar proses ini selalu berada dalam koridor masalah.

Siswa yang terampil dalam menggunakan strategi metakognitif lebih percaya diri dan menjadi lebih mandiri dalam belajar. Mereka memiliki kesadaran untuk mencapai tujuan yang telah mereka

tetapkan sendiri dan bebas menemukan informasi-informasi yang diinginkan. Disini guru bertugas mengakui, mengolah, memanfaatkan dan meningkatkan kemampuan metakognitif semua siswa.

2.2. Komunikasi Matematis

Dan, 2013 mendefinisikan kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan untuk memahami dan mengekspresikan fakta-fakta, pikiran-pikiran dan ide-ide matematika. Sedangkan Sumarmo, 2005 menganalisis beberapa pendapat para ahli dan menyimpulkan bahwa karakteristik kemampuan komunikasi matematis meliputi: (a) menghubungkan benda nyata, gambar dan diagram ke dalam ide matematika; (b) menjelaskan ide, situasi dan relasi matematika secara lisan atau tulisan, atau dengan benda nyata, gambar grafik dan aljabar; (c) menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa simbol matematika; (d) mendengarkan, berdiskusi dan menulis tentang matematika, membaca dengan pemahaman suatu presentasi matematika; (e) menjelaskan dan membuat pertanyaan tentang matematika yang telah dipelajari.

Niss, 2003 (Dan, 2013) mengatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis meliputi pemahaman teks matematikadan mengekspresikan tentang sesuatu dalam bentuk tulisan, lisan, atau visual. Ini berarti seseorang yang memiliki kemampuan komunikasi baik, akan dengan mudah memahami matematika. Dengan demikian kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran matematika.

Ansari, 2003 menelaah kemampuan komunikasi matematika dari dua aspek yaitu komunikasi lisan (*talking*) dan komunikasi tulisan (*writing*). Komunikasi lisan diungkap melalui intensitas keterlibatan siswa dalam kelompok kecil selama berlangsungnya proses pembelajaran. Sedangkan komunikasi matematika tulisan (*writing*) adalah kemampuan dan keterampilan siswa menggunakan kosa kata (*vocabulary*), notasi dan struktur matematika untuk menyatakan hubungan dan gagasan serta memahaminya dalam memecahkan masalah. Aktivitas menulis melibatkan proses mental dan berpikir yang mengakibatkan terbentuknya pengetahuan. Menulis matematika merupakan suatu kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran dan dapat menjadi indikator penilaian kemampuan matematika seseorang. Melalui menulis matematika, pemikiran matematika seseorang dapat dipahami.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Melalui komunikasi yang baik, siswa mampu menjelaskan apa yang mereka pikirkan, apa yang mereka kerjakan, dan apa yang mereka paham dari orang lain.

2.3. Hubungan Strategi Metakognitif Dan Komunikasi Matematis

Salah satu aspek penting dari strategi pembelajaran matematika adalah bahwa strategi ini membantu peserta didik berpartisipasi aktif dalam komunikasi baik dengan sesama siswa, dengan guru maupun dengan bahan ajar. Memiliki kemampuan komunikasi yang baik, membuat siswa lebih percaya diri untuk mengekspresikan ide-ide matematika dalam bentuk bahasa yang mudah dipahami orang lain. Mereka juga mampu memahami ide-ide orang lain yang tersaji baik dalam bentuk model matematika, grafik, gambar maupun tabel.

Strategi metakognitif memotivasi siswa untuk memiliki kesadaran berpikir apa yang dipikirkan. Hal ini merupakan representasi internal. Representasi internal tidak dapat dipahami orang lain untuk itu diperlukan komunikasi sebagai representasi eksternal. Apa yang telah dipikirkan akan dieksplorasi dengan menggunakan bahasa, simbol dan tanda yang tepat sehingga tujuan dari komunikasi tercapai. Orang akan berusaha meyakinkan orang lain tentang argumen dan bukti yang dimiliki melalui komunikasi.

Dari keterampilan-keterampilan yang ditumbuhkembangkan dalam aplikasi strategi pembelajaran metakognitif, mendorong siswa untuk memiliki kemampuan komunikasi yang baik. Karena tanpa komunikasi yang baik siswa tidak mungkin dapat merencanakan, memilih strategi, menjalankan strategi dan mengevaluasi belajarnya dengan baik. Dalam pembelajaran matematika siswa diharapkan untuk bekerjasama dengan orang lain untuk memecahkan masalah, menguji strategi, dan untuk

menemukan strategi yang efektif dalam menyelesaikan pekerjaan mereka. Agar siswa sukses dalam bekerja dengan orang lain, dan dalam menjelaskan pemahaman mereka sendiri, mereka harus mengembangkan bahasa matematika yang diperlukan untuk membantu mereka mengungkapkan apa yang mereka yakini. Diskusi antara siswa sendiri dan siswa dengan guru, memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi sosial, dan memiliki pemahaman bersama tentang masalah yang dikembangkan. Melalui diskusi, siswa diberi kesempatan menggunakan bahasa matematika dalam lingkungan belajar bersama.

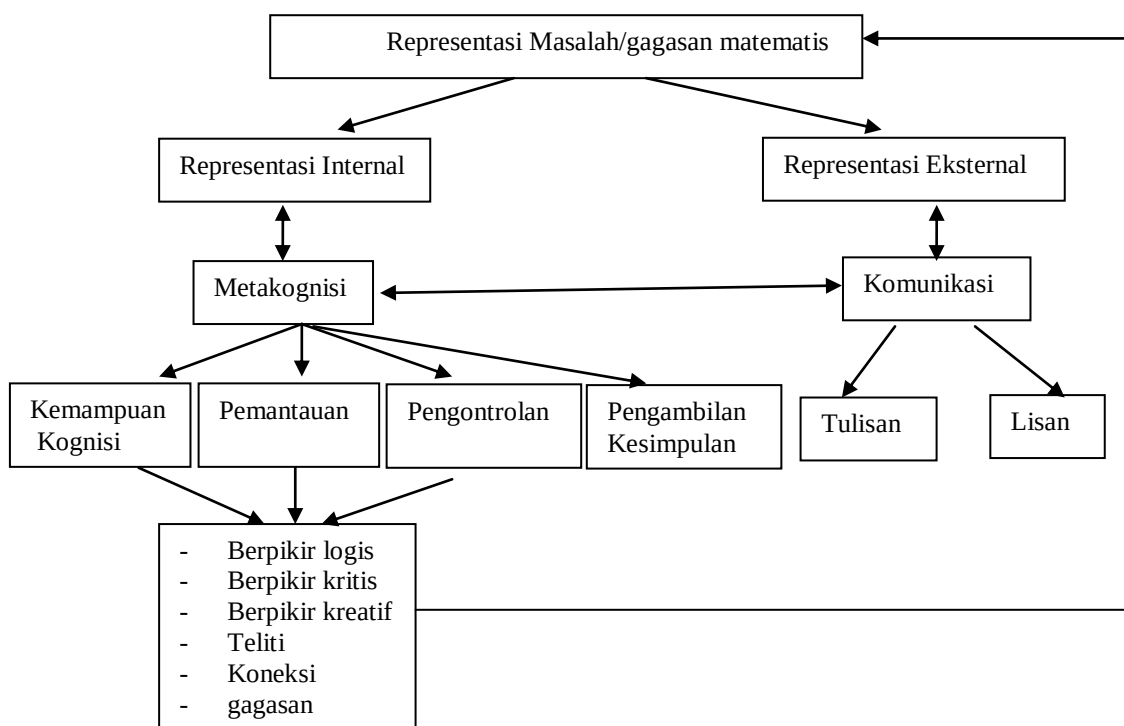
Beberapa penulis seperti Cohen, 1998 (Dhorman & Monte, 2009) menyatakan metakognisi yang menggabungkan berbagai proses reflektif yang terbagi menjadi lima komponen utama yaitu : (1) Mempersiapkan dan merencanakan untuk belajar; (2) Memilih dan menggunakan strategi pembelajaran; (3) Pemantauan penggunaan strategi; (4) Mendalami berbagai strategi; (6) Mengevaluasi penggunaan strategi pembelajaran.

Kegiatan-kegiatan metakognitif ini muncul melalui empat situasi, yaitu: (a) peserta didik diminta untuk menjustifikasi suatu kesimpulan atau mempertahankan sanggahan, mengkomunikasikan gagasan atau kesimpulan, (b) situasi kognitif dalam menghadapi suatu masalah membuka peluang untuk merumuskan pertanyaan, (c) peserta didik diminta untuk membuat kesimpulan, pertimbangan, dan keputusan yang benar sehingga diperlukan kehati-hatian dalam memantau dan mengatur proses kognitifnya, dan (d) situasi peserta didik dalam kegiatan kognitif mengalami kesulitan, misalnya dalam pemecahan masalah.

Pembelajaran dengan menerapkan strategi metakognitif akan membantu siswa menjadi mandiri dan bertanggung jawab untuk pembelajaran mereka dan pada saat yang sama mereka akan meningkatkan kompetensi komunikasi (Dhorman & Monte, 2009). Siswa akan mampu mengontrol proses mereka belajar untuk menjadi lebih bertanggung jawab mengeksplorasi ide-ide matematika mereka baik dalam bentuk tulisan maupun lisan. Mereka mampu menginterpretasi dengan kalimat mereka sendiri tentang pengetahuan yang mereka sudah miliki dan menghubungkannya dengan pengetahuan baru. Hal ini disebabkan karena strategi metakognitif membantu peserta didik mengatur kognisi mereka sendiri dan fokus untuk merencanakan, dan mengevaluasi kemajuan mereka.

Strategi metakognitif sangat bermanfaat bagi penyelesaian tugas dan kinerja dalam komunikasi. Mengidentifikasi masalah, merencanakan, dan mengevaluasi membutuhkan kemampuan komunikasi untuk mempresentasikan apa yang dipikirkan. Identifikasi masalah bertujuan untuk memfasilitasi keseluruhan perencanaan dari tugas komunikasi yang memungkinkan siswa menilai tujuan dan hasil yang diharapkan. Siswa juga mencoba merencanakan bahasa yang baik untuk mengekspresikan ide-ide dan pemikiran mereka. Elis, 2005 (Lam, 2010) mengatakan bahwa merencanakan isi dan bahasa merupakan perencanaan strategis yang diyakini sangat bermanfaat untuk menyelesaikan masalah. Evaluasi juga merupakan target pembelajaran karena dapat mendorong terjadinya refleksi setelah komunikasi dilakukan (Rubin, 2005 dalam Lam, 2010).

Berikut ini disajikan sketsa yang menggambarkan proses metakognitif dengan komunikasi, terkait suatu masalah atau gagasan matematis.



Gambar: Sketsa Proses Metakognisi dan Komunikasi

3. Simpulan dan Saran

3.1. Simpulan

Dari penjelasan tentang strategi metakognitif di atas, dapat dikatakan bahwa strategi ini berpotensi untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan: (a) menghubungkan konsep utama dan konsep lain yang telah ia ketahui sebelumnya dan memberikan contoh-contoh lainnya; (b) memecahkan masalah yang menuntut kesadaran tentang apa yang ia pikirkan dan menggambarkan proses berpikirnya; (c) memodelkan suatu masalah dan memberikan contoh yang serupa dengan contoh sebelumnya; (d) memberdayakan kebiasaan berpikir peserta didik dan berbicara tentang pemikiran mereka sendiri; (e) mengklarifikasi pemikirannya melalui mengajukan pertanyaan dan mengungkapkan gagasan atau ide atau pemikiran; (f) berbagi dengan teman dan dengan guru tentang kemajuannya, prosedur kognitif dan pandangan mereka tentang apa yang mereka lakukan; (g) menyajikan kembali, menerjemahkan, membandingkan dan memparafrase ide-ide yang datang dari siswa lainnya; (h) menjelaskan keputusan dan tindakan mereka.

Kemampuan-kemampuan ini merupakan kemampuan dari komunikasi matematis. Dalam metakognisi komunikasi matematis terlatih karena diberdayakan untuk memonitor, mengontrol dan membuat keputusan-keputusan matematika terhadap apa yang mereka pikirkan dan apa yang mereka lakukan.

3.2. Saran

Dari pembahasan dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara strategi metakognitif dan kemampuan komunikasi. Untuk itu disarankan agar dalam pembelajaran matematika diterapkan strategi metakognitif. Hal ini dilakukan agar dapat melatih dan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis pada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, M. & Sabandar J. (2011). *The Potency Of Metacognitive Learning To Foster Mathematical Logical Thinking*. International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education 2011. Department of Mathematics Education, Yogyakarta State University, Yogyakarta, July 21-23 2011. Proceeding. ISBN : 978 – 979 – 16353 – 7 – 0

- Cotton, K. H. *Mathematical Communication, Conceptual Understanding, and Students' Attitudes Toward Mathematics*. [online]. Tersedia: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1011&context=mathmidactionresearch&seiredir=1&referer=http%3A%2F%2F>. [7 Februari 2013].
- Dan S. (2013). *The Study On Mathematical Communication Competence and Its Assessesmen in China: The Preliminary Findings*. East Normal University. Proceedings Earcome 6. Innovations and Exemplary Practices in Mathematics Education. 17-22 March 2013.
- Dohrman, G. de la Llata & Montes, A. G. (2009). *Metakognitive Strategies*. [online]. Tersedia: <http://jillrobbins.com/strategies/strategylist.pdf>. 22 Februari 2013.
- Kabael, T. (2012). *Graduate Student Middle School Mathematics Teachers' Communication Abilities in the Language of Mathematics*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 55 (2012) 809 – 815. [online]. Tersedia: Available online at www.sciencedirect.com. 13 Februari 2013.
-, Chapter 6: *Metacognition and Constructivism*. [online]. Tersedia: http://peoplelearn.homestead.com/beduc/chapter_6.pdf. 10 Mei 2013.
-, *Relationship between metacognition and constructivism*. [online]. Tersedia: <http://www.ukessays.com/essays/education/relationship-between-metacognition-and-constructivism.php#ixzz2StzHXA8l>. [online]. 10 Mei 2013.
- Özsoy, G. & Ataman, A. (2009). *The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement*. [online]. Tersedia: <http://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/48624-20090513123752-03the-effect-of-metacognitive-strategy-training.pdf>. 22 Februari 2013.
- Pratiwi, A. C. (2012). *Makalah Strategi Metakognitif*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. [online]. Tersedia: <http://www.scribd.com/doc/100366479/Makalah-Strategi-Metakognitif>. [1 Maret 2013]
- Shannon, S. V. (2008). *Using Metacognitive Strategies and Learning Styles to Create Self-Directed Learners*. [online]. Tersedia: <http://www.auburn.edu/~witteje/ilsrj/Journal%20Volumes/Fall%202008%20Volume%201%20PDFs/Metacognitive%20Strategies%20and%20Learning%20Styles.pdf> . 22 Februari 2013.
- Toit Stephan du & Kotze, G. (2009). *Metacognitive Strategies in the Teaching and Learning of Mathematics*. Tersedia: <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=metacognitive+strategies+in+math&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CFEQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.pythagoras.org.za%2Findex.php%2Fpythagoras%2Farticle%2Fdownload%2F39%2F30&ei=4LImUzb-EouMrgf4t4DYAQ&usg=AFQjCNHVj8Pc5sv12XID57q2yXObEkvikA&bvm=bv.42768644,d.bmk>. [22 Februari 2013]
- Yonandi & Sumarmo, U. (2013). *Mathematical Communication Ability and Disposition: Experiment with Grade-11 Students By Using Contextual Teaching with Computer Assisted Instruction*.
- Weinert, F.E. dan Kluwe, R.H. (1987). *Metacognition, Motivation, and Understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

MEMBENTUK KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN REFLEKTIF

Rohana

Prodi Pendidikan Matematika Jurusan PMIPA FKIP Universitas PGRI Palembang
rohana_pgri@yahoo.com

ABSTRAK

Keprihatinan pemerintah akan terjadinya dekadensi moral yang lebih parah jika tidak mengkomodasi pendidikan karakter dalam kurikulum merupakan salah satu alasan disusunnya Kurikulum 2013. Kurikulum 2013 akan mengubah *mindset* pendidikan yang bersifat akademik menjadi dua paradigma yaitu akademik dan karakter. Penerapan pendidikan karakter di Indonesia lebih difokuskan pada penanaman nilai-nilai karakter. Ada 18 nilai karakter yang bersumber dari agama, Pancasila, budaya, dan tujuan pendidikan nasional, yaitu: religius, jujur, toleransi, disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, demokratis, rasa ingin tahu, semangat kebangsaan, cinta tanah air, menghargai prestasi, damai, gemar membaca, peduli lingkungan, peduli sosial, dan tanggung jawab. Namun tidak semua nilai karakter ini dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika, mengingat keterbatasan waktu pembelajaran, dan guru masih fokus pada aspek kognitif. Pembelajaran reflektif merupakan pembelajaran yang melibatkan proses berfikir reflektif dalam prosesnya. Beberapa aktivitas yang ditawarkan untuk mendorong siswa melakukan proses berfikir reflektif seperti penulisan jurnal refleksi, diskusi, presentasi, maupun pengajuan pertanyaan refleksi. Penerapan pembelajaran refleksi secara konsisten dan berkelanjutan akan membentuk kebiasaan berefleksi terlebih dahulu sebelum melakukan sesuatu seperti kebiasaan memonitor, mengontrol, dan mengevaluasi apa yang telah dilakukan. Selain itu, dapat membangun kepekaan nurani terhadap hubungan manusiawi, sehingga siswa semakin peduli dengan sesama. Dengan demikian dalam penerapan pembelajaran reflektif, tidak hanya aspek kognitif yang berkembang, namun juga aspek afektif yang pada akhirnya diharapkan dapat membentuk insan cerdas yang berakhlak. Makalah ini akan mengkaji secara teoritis kaitan pembelajaran reflektif sebagai pembentuk karakter siswa.

Kata kunci: *Pembelajaran reflektif, karakter, pembelajaran matematika*

1 Pendahuluan

Secara historis, pendidikan karakter bukan hal yang baru dalam sistem pendidikan nasional Indonesia, semua undang-undang yang berlaku (UU 4/1950; 12/1954; 2/1989) dengan rumusannya yang berbeda secara substansif memuat pendidikan karakter (Saepudin, 2010). Saat ini, pendidikan karakter kembali menjadi komitmen nasional di Indonesia yang dituangkan dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (UUSPN). Dalam Pasal 3 UUSPN disebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk karakter serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Amanat dari UUSPN ini adalah bahwa pendidikan tidak hanya melahirkan insan yang cerdas secara intelektual, namun juga berakhlak.

Akhir-akhir ini kebutuhan akan pendidikan karakter dirasakan makin mendesak, seiring makin merosotnya nilai-nilai moral etika di masyarakat. Memperbaiki peran satuan pendidikan sebagai pendidik moral yang vital merupakan salah satu implementasi pembangunan karakter bangsa melalui sistem pendidikan. Pemberlakuan Kurikulum 2013 merupakan salah satu upaya pemerintah agar dapat mengkomodasi pendidikan karakter dalam kurikulum.

Sekolah memegang peranan penting dalam pembentukan karakter siswa. Pembentukan karakter ini tentunya tidak terjadi dalam waktu singkat, tetapi perlu dikembangkan secara berkelanjutan dengan mengintegrasikan nilai-nilai karakter pada semua mata pelajaran. Selain itu diperlukan contoh teladan, serta praktek secara langsung dalam kehidupan sehari-hari. Pendidikan karakter tidak hanya mengajarkan mana yang benar dan yang salah kepada siswa, tetapi dapat menanamkan kebiasaan (*habituation*) tentang yang baik sehingga siswa menjadi paham, mampu merasakan, dan mau melakukannya dengan baik. Dengan demikian diharapkan dapat membawa siswa ke pengenalan nilai secara kognitif, penghayatan nilai secara afektif, dan akhirnya ke pengamalan nilai secara nyata.

Salah satu kegiatan pendidikan karakter di sekolah adalah melalui kegiatan pembelajaran di kelas. Agar hasil dari pendidikan karakter dalam lingkup pembelajaran di kelas terlaksana secara optimal, hendaknya guru merancang dan melaksanakan suatu strategi, model, ataupun pendekatan pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan akademik sekaligus membentuk/membangun karakter siswa. Pembelajaran reflektif dapat dijadikan alternatif pendekatan pembelajaran dalam mengimplementasikan pendidikan karakter yang terintegrasi pada semua mata pelajaran, termasuk pembelajaran matematika.

Matematika merupakan mata pelajaran yang ada pada setiap jenjang pendidikan. Matematika merupakan salah satu dari mata pelajaran yang secara praktis ditetapkan sebagai faktor perekatan bangsa, selain Pendidikan Agama, PKn, dan Bahasa Indonesia. Karakter bangsa memuat banyak nilai antara lain adalah religius, jujur, toleransi, disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, demokratis, rasa ingin tahu, semangat kebangsaan, cinta tanah air, menghargai prestasi, bersahabat/komunikatif, cinta damai, gemar membaca, peduli lingkungan, peduli sosial, konsisten, taat azas, dan tanggung jawab (Suyitno, 2012).

Mata pelajaran matematika memiliki karakteristik, antara lain adalah menuntut kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan inovatif serta menekankan pada penguasaan konsep dan algoritma di samping pemecahan masalah (BSNP, 2006). Selain itu Suyitno (2012) menyatakan bahwa matematika juga mengandung nilai-nilai antara lain kesepakatan, kebebasan, konsisten, kesemestaan, ketat, taat azas, kejujuran, dan keterbukaan. Seah & Bishop (Dede, 2006) menyatakan bahwa pendidikan matematika memuat nilai *accuracy, clarity, conjecturing, creativity, consistency, effective organization, efficient working, enjoyment, flexibility, open mindedness, persistence, & systematic working*. Nilai-nilai matematika maupun dalam pembelajaran matematika dapat ditumbuhkan melalui pelaksanaan proses belajar mengajar matematika. Menurut Bishop (Suyitno, 2012) nilai-nilai dalam pendidikan matematika adalah kualitas sikap yang dalam yang ditanamkan melalui materi matematika di sekolah. Guru matematika harus memahami nilai-nilai matematika yang harus ditanamkan dalam pembelajaran, dan nilai-nilai tersebut harus termuat dalam bahan ajar maupun dalam proses belajar mengajar.

Pembelajaran reflektif (*Reflective Learning*) merupakan pembelajaran yang melibatkan kegiatan berfikir reflektif pada prosesnya. Refleksi dalam konteks pembelajaran dirumuskan Boud, Keogh & Walker (Boud, 2001) sebagai kegiatan intelektual dan afektif yang melibatkan siswa dalam upaya mengeksplorasi pengalaman mereka untuk mencapai pemahaman dan apresiasi-apresiasi baru. Pada saat berfikir reflektif berlangsung pada seorang siswa, ia mempelajari apa yang sedang dihadapinya, berasumsi, menilai, bersikap, dan mengaplikasikan pemahamannya. Hal ini sangat baik sekali karena jika ini berlangsung secara terus menerus maka pada akhirnya kegiatan berfikir ini akan sampai pada pemahaman yang lebih mendalam, perubahan pemikiran, dan pada akhirnya menyelesaikan permasalahan.

Hmelo & Ferrari (Song, Koszalka, dan Grabowski, 2005) menyimpulkan lebih jauh bahwa refleksi membantu siswa untuk membangun keterampilan berfikir tingkat tingginya. Dengan demikian, pembelajaran reflektif dapat mengembangkan kesadaran siswa untuk melakukan refleksi terhadap dirinya, siswa akan terlatih untuk selalu merancang strategi terbaik dalam memilih, mengingat, mengenali kembali, mengorganisasi informasi yang dihadapinya, serta dalam menyelesaikan masalah. Tidak hanya aspek kognitif siswa yang berkembang, namun juga aspek afektifnya.

Melalui pengembangan kesadaran untuk melakukan proses refleksi inilah, siswa diharapkan akan terbiasa untuk selalu memonitor, mengontrol dan mengevaluasi apa yang telah dilakukannya.

Dari uraian di atas, masalah yang akan dibahas dalam makalah ini adalah:

- a. Apakah makna pembelajaran dalam konsep pendidikan karakter?
- b. Bagaimana keterkaitan antara peran guru dan pembelajaran matematika dalam membentuk karakter siswa ?
- c. Mengapa pembelajaran reflektif berpotensi dalam membentuk karakter siswa?

Hasil pembahasan dari permasalahan di atas, diharapkan dapat bermanfaat untuk:

- a. Mengkaji dan menganalisis makna pembelajaran dalam konsep pendidikan karakter.
- b. Memberi wawasan kepada guru matematika untuk memahami perannya dalam membentuk karakter siswa.
- c. Memberi masukan mengenai potensi Pembelajaran Reflektif sebagai alternatif pembentukan karakter siswa.

2 Pembahasan

2.1. Konsep Pendidikan Karakter

Karakter berasal dari bahasa Yunani yang berarti “to mark” atau menandai dan memfokuskan bagaimana mengaplikasikan nilai kebaikan dalam bentuk tindakan atau tingkah laku. Menurut Pusat Bahasa Depdiknas pengertian karakter adalah “bawaan, hati, jiwa, kepribadian, budi pekerti, perilaku, personalitas, sifat, tabiat, temperamen, watak”. Adapun berkarakter adalah berkepribadian, berperilaku, bersifat, bertabiat, dan berwatak”. Samani & Hariyanto (2011) mengartikan karakter sebagai nilai dasar yang membangun pribadi seseorang, terbentuk baik karena pengaruh hereditas maupun pengaruh lingkungan yang membedakan dengan orang lain serta diwujudkan dalam sikap dan perilaku dalam kehidupan sehari-hari. Berkowitz (Siswono, 2012) mendefinisikan karakter sebagai “*an individual's set of psychological characteristics that affect that person's ability, and inclination to function morally*”. Menurut Tadkiroatun Musfiroh (Kemdiknas, 2010), karakter mengacu kepada serangkaian sikap (*attitudes*), perilaku (*behaviors*), motivasi (*motivation*), dan keterampilan (*skills*).

Secara terminologis makna karakter dikemukakan oleh Lickona (1991) yang menyatakan bahwa karakter adalah “*A reliable inner disposition to respond to situations in a morally good way*”. Selanjutnya Lickona menambahkan, “*Character so conceived has three interrelated parts: moral knowing, moral feeling, and moral behavior*”. Menurut Lickona karakter yang baik (*good character*) terdiri dari mengetahui hal yang baik, menginginkan hal yang baik, dan melakukan hal yang baik.

Dari beberapa pengertian di atas dapat dipahami bahwa karakter merupakan kumpulan karakteristik individu yang khas dalam berpikir, berperilaku, dan bertindak dalam kehidupannya. Jadi individu yang berkarakter baik adalah seseorang yang berusaha melakukan hal-hal yang terbaik terhadap Tuhan YME, dirinya, sesama, lingkungan, bangsa dan negara serta dunia internasional pada umumnya dengan mengoptimalkan potensi (pengetahuan) dirinya dan disertai dengan kesadaran, emosi dan motivasinya (perasaannya).

Untuk menanamkan karakter tersebut dilakukan melalui pendidikan, yang lebih dikenal dengan pendidikan karakter. Elkind & Sweet (Kemdiknas, 2010), memaknai pendidikan karakter sebagai:

“character education is the deliberate effort to help people understand, care about, and act upon core ethical values. When we think about the kind of character we want for our children, it is clear that we want them to be able to judge what is right, care deeply about what is right, and then do what they believe to be right, even in the face of pressure from without and temptation from within”.

Lebih lanjut dijelaskan bahwa pendidikan karakter adalah segala sesuatu yang dilakukan guru, yang mampu mempengaruhi karakter peserta didik. Guru membantu membentuk watak

peserta didik. Hal ini mencakup keteladanan bagaimana perilaku guru, cara guru berbicara atau menyampaikan materi, bagaimana guru bertoleransi, dan berbagai hal terkait lainnya. Dengan demikian terlihat guru memiliki peran besar dalam menyentuh karakter siswa kearah yang lebih baik. Situasi pembelajaran dikelas sangat memungkinkan sekali bagi guru untuk menyampaikan karakter-karakter baik kepada siswa, dan siswa bisa menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kata lain, tumbuh dan berkembangnya karakter yang baik akan mendorong peserta didik tumbuh dengan kapasitas dan komitmennya untuk melakukan berbagai hal yang terbaik dan melakukan segalanya dengan benar dan memiliki tujuan hidup.

Dalam aplikasi pendidikan karakter, guru dihadapkan dilema yang terletak pada kurikulum tersembunyi dan perlunya komitmen dalam mengajar yang terbuka dan menyeluruh pada aspek-aspek sekolah. Sebagaimana dinyatakan Narvaez (dalam Anwar, 2012), bahwa :

“the dilemma that faces teacher educator, then is whether it is acceptance to allow character education to remain part of a school’s hidden curriculum or whether advocacy for the value commitments immanent to education and teaching should be transparent, intentional and public”.

Pengembangan atau pembentukan karakter diyakini perlu dan penting untuk dilakukan oleh sekolah dan *stakeholders* untuk menjadi pijakan dalam penyelenggaraan pendidikan karakter di sekolah.

Pusat Kurikulum Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Nasional menyatakan bahwa pendidikan karakter pada intinya bertujuan membentuk bangsa yang tangguh, kompetitif, berakhlak mulia, bermoral, bertoleran, bergotong royong, berjiwa patriotik, berkembang dinamis, berorientasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang semuanya dijiwai oleh iman dan takwa kepada Tuhan yang Maha Esa berdasarkan Pancasila. Samani & Hariyanto (2012) menyatakan nilai-nilai pembentuk karakter yang merupakan hasil kajian empirik Pusat Kurikulum adalah sebagai berikut: religius, jujur, toleransi, disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, demokratis, rasa ingin tahu, semangat kebangsaan, cinta tanah air, menghargai prestasi, bersahabat/komunikatif, cinta damai, gemar membaca, peduli lingkungan, peduli sosial, dan tanggung jawab.

2.2. Makna Belajar dan Pembelajaran dalam Pendidikan Karakter

Pembelajaran atau pengajaran pada dasarnya merupakan kegiatan guru menciptakan situasi agar siswa belajar (Sukmadinata, 2004). Tujuan utama pembelajaran adalah siswa belajar. Dengan adanya proses belajar, diharapkan terjadi perubahan atau perkembangan baik dalam aspek fisik motorik, intelek, sosial-emosi, maupun sikap dan nilai. Surya (2003) mengemukakan lebih rinci tentang pembelajaran, yaitu sebagai suatu proses yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh suatu perubahan perilaku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil dari pengalaman individu itu sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya.

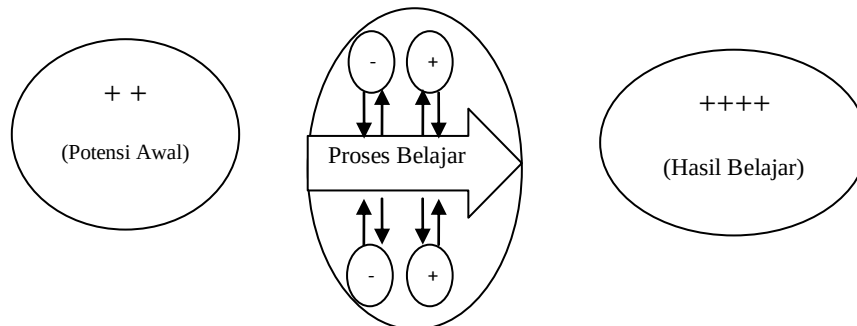
Menurut Hergenhahn & Olson (2009), kebanyakan teoritis/ahli psikologi memandang bahwa belajar adalah sesuatu yang terjadi sebagai hasil atau akibat dari pengalaman dan mendahului perubahan perilaku. Hergenhahn&Olson(2009) menggambarkan situasi belajar dalam diagram berikut ini:



Gambar 1 Pengaruh belajar terhadap perubahan perilaku

Dapat dikatakan bahwa jika seorang siswa belajar maka sangat memungkinkan terjadi perubahan perilaku pada siswa tersebut. Begitupun dengan perilaku berkarakter akan terbentuk melalui proses belajar, didesain secara sadar dan bukan secara kebetulan.

Pusat Pengkajian Pedagogik (P3) UPI (Kesuma, Permana & Triatna, 2010) menyatakan bahwa belajar dalam konteks pendidikan karakter merupakan proses menerima atau menolak dan menyalurkan nilai untuk diadopsi atau diabaikan dalam perilaku keseharian anak yang dipengaruhi oleh kondisi/potensi awal yang dimiliki anak. Dalam referensi yang sama dikatakan bahwa belajar dideskripsikan sebagai proses yang memunculkan analisis kognisi, afeksi dan psikomotor secara terpadu dan menghasilkan keputusan apakah hal tersebut akan diterima atau ditolak. Proses belajar dalam konteks membentuk karakter akan digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2 Proses Belajar dalam Konteks Pendidikan Karakter

(Sumber: Kesuma, Permana & Triatna, 2010: 423)

Berdasarkan pendapat-pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dari sudut pandang pendidikan karakter merupakan proses interaksi alamiah antara siswa dan lingkungan belajarnya yang merujuk pada penanaman nilai. Oleh karena itu tidak ada perilaku yang bebas nilai. Guru berperan untuk menetralkan energi negatif menjadi energi positif.

2.3. Karakteristik dan Nilai-nilai dalam Pendidikan Matematika

Soejadi (2007) menyatakan bahwa karakteristik dari pendidikan matematika adalah : 1) objek kajian yang konkrit dan abstrak; 2) bertumpu pada kesepakatan; 3) berpola pikir deduktif dan juga induktif; 4) konsistensi dalam sistemnya; 5) menggunakan simbol yang kosong dari arti; dan 6) memperhatikan semesta pembicaraan. Berdasarkan karakteristik tersebut, pendidikan matematika memiliki potensi untuk mengembangkan berbagai macam kemampuan dan karakter.

Sifat objek matematika yang abstrak, merupakan salah satu penyebab sulitnya seorang guru mengajarkan matematika di sekolah. Seorang guru matematika harus berusaha mengurangi sifat abstrak dari objek matematika itu sehingga siswa mampu memahami pelajaran matematika di sekolah. Dengan kata lain, seorang guru matematika harus menyajikan agar 'fakta', 'konsep', 'operasi' atau 'prinsip' dalam matematika terlihat konkrit. Semakin tinggi tingkat pendidikan/jenjang sekolahnya, tentu semakin tinggi tingkat abstraksinya. Jadi pembelajaran tetap diarahkan pada pencapaian kemampuan berpikir abstrak siswa.

Menurut Jenkin (Anwar, 2012), *mathematics possible connection between mathematics attitudes and such thing as student teacher relationship, teaching method, educational values held by family and community, home environment, presence (or lack of) of the curriculum, a student innate character*. Jadi, matematika berkaitan dengan sikap-sikap matematika yang meliputi hubungan guru dan siswa, metode yang digunakan, komunikasi dengan keluarga, keadaan lingkungan dan karakter dari siswa. Karakter dari siswa ini dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran di kelas. Dengan demikian lingkungan pembelajaran sangat berpengaruh terhadap pengembangan karakter siswa

2.4. Prinsip-prinsip Pembelajaran Reflektif

Setiap individu dikarunia dengan banyak pengalaman. Baik atau buruk, pengalaman ini dapat digunakan untuk melanjutkan belajar dan membuat pilihan penting bagi kehidupan mereka. Hal ini dapat dicapai dengan alat penting yang disebut pembelajaran reflektif. Boyd & Fales (Tebow, 2008) mendefinisikan pembelajaran reflektif sebagai *"the process of internally examining and exploring an issue of concern, triggered by an experience, which creates and clarifies meaning in*

terms of self, and which results in a changed conceptual perspective", yaitu suatu proses internal memeriksa dan mengeksplorasi isu yang memprihatinkan, dipicu oleh pengalaman, yang menciptakan dan menjelaskan makna dari segi diri, dan yang menghasilkan perspektif konseptual perubahan".

Berpikir reflektif harus ada dalam proses belajar mengajar di kelas. Berpikir reflektif membuat siswa lebih menyadari apa yang sedang dipelajarinya dan memberikan kemungkinan pemahaman yang lebih mendalam dalam setiap apapun yang dipelajarinya. Menurut Perkins (Dharma, 2007:302) pembelajaran reflektif memungkinkan kita menjadi apapun yang kita mampu jika kecerdasan reflektif dipupuk dan dikembangkan dengan serius. Sparrow, Tim and Jo Maddock (2006) dalam artikelnya tentang *reflective learning* menyatakan:

The practice of reflective learning is part of a continuous process of learning and developing: I become aware of my next experience, reflect upon it and evaluate it in relation to my other experiences and reinforce or revise my self knowledge.

Adapun makna dari kalimat diatas, praktek pembelajaran reflektif adalah bagian dari proses pembelajaran dan perkembangan secara terus-menerus. Seseorang menjadi sadar melalui pengalamannya. Dengan merefleksikan dan mengevaluasi pengalamannya, seseorang dapat memperkuat atau merevisi pengetahuannya.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat dikatakan bahwa pembelajaran reflektif bertumpu pada pengalaman dan kemampuan berpikir reflektif. Dengan adanya kebiasaan berpikir reflektif, seseorang dapat menanggapi secara mendalam dan kritis atas pengalamannya sendiri yang pada akhirnya mampu memilih tindakan yang cocok untuk pengembangan dirinya. Untuk itu seorang guru hendaknya selalu menciptakan suasana pembelajaran yang mengakomodasi keterampilan refleksi.

Dalam penerapan pembelajaran reflektif di kelas, ada beberapa hal penting disampaikan Given (2007) yang dirangkum berikut ini:

- a. Siswa harus lebih banyak dilibatkan dalam melakukan daripada mendengarkan.
- b. Pembelajaran konkrit merupakan persiapan yang sangat baik.
- c. Mengembangkan strategi pemantauan diri dan sistem penyimpanan catatan yang berkesinambungan tentang perkembangan kecakapan siswa.
- d. Ada pengajaran tentang pemikiran reflektif dan metakognisi bagi siswa secara sengaja dan konsisten, sampai siswa menjadikan proses tersebut menjadi bagian dari diri mereka.

Dalam pembelajaran reflektif siswa berkesempatan berperan sebagai tokoh utama yang mengerjakan semua instruksi yang diperlukan untuk memahami suatu materi. Proses ini berlangsung dalam suatu alur yang sudah ditetapkan pengajar sebagai fasilitator dalam belajar di kelas. Tall (dalam Nainggolan, 2011) mengatakan: *"To help student become mathematicians I hypothesise we need to provide them with an environment in which they can construct their own knowledge from experience and learn to think mathematically"*. Siswa dapat belajar matematika dengan baik apabila mereka diberi keleluasaan lingkungan sehingga mereka dapat membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman dan belajar untuk berpikir matematis. Pada saat refleksi dilakukan bukan berarti orang yang melakukannya harus selalu pada posisi duduk dan diam di tempat tertentu. Kesempatan untuk refleksi harusnya ada sebelum, pada saat, dan sesudah aktivitas. Selanjutnya Odafe (2007) mengatakan bahwa

"The new vision for the teaching and learning of mathematics can be more realistically and fully realized if student are encouraged (or possibly required) to reflect on their learning".

Dari pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran reflektif (*reflective learning*) adalah pembelajaran yang pengajarnya memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan analisis atau pengalaman individual yang dialami dan memfasilitasi pembelajaran dari pengalaman tersebut.

2.5. Proses Pembelajaran Model Reflektif

Pembelajaran reflektif dikembangkan berdasarkan landasan filosofis konstruktivisme dan landasan psikologi kognitif (teori belajar). Pada hakekatnya konstruktivisme dalam pembelajaran merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang didasarkan pada pengalaman (*experience is the only basis for knowledge and wisdom*), yang kemudian direorganisasi dan direkonstruksikan. Oleh karena pengetahuan itu dikonstruksi oleh siswa sendiri secara personal maupun sosial, maka pengetahuan tidak dapat dipindahkan dari guru ke siswa, kecuali dengan keaktifan nalar siswa sendiri yang berlangsung secara terus menerus.

Dewey menekankan peranan pengalaman dalam proses belajar manusia yang diperoleh melalui proses berfikir reflektif. Selain itu Degeng (Sirajuddin, 2009) menyebutkan bahwa dalam pandangan konstruktivisme belajar merupakan penyusunan pengetahuan dari pengalaman konkrit, aktivitas kolaboratif, refleksi, dan interpretasi. Jadi dalam proses pembelajaran, individu mempelajari sesuatu tidak dilakukan secara pasif tapi secara aktif. Artinya siswa harus aktif membangun pengetahuan maupun pemahaman dengan cara menemukan makna dari apa yang dipelajari. Sedangkan pengajar berfungsi sebagai mediator dan fasilitator yang membantu dan membimbing siswa dalam proses membangun pengetahuannya agar tahu cara dan memiliki kemampuan untuk dapat belajar.

Menurut Drost (dalam Sirajuddin, 2009) ada lima langkah proses dalam pembelajaran reflektif, yaitu (a) pengenalan konteks, (b) penyajian pengalaman, (c) refleksi, (d) aksi, dan (e) evaluasi. **Pengenalan konteks** dapat dilakukan guru pada saat apersepsi, dengan mengaitkan materi yang dipelajari dengan situasi dunia nyata, dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. **Penyajian pengalaman** dan **Refleksi** diantaranya dapat dilakukan dalam diskusi kelompok atau presentasi. Pada tahap ini guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan refleksi untuk melatih kepekaan siswa terhadap implikasi dari materi yang sedang dipelajari. **Aksi** merupakan pertumbuhan sikap dan tindakan yang ditampilkan siswa berdasarkan pengalaman yang telah direfleksikan. Sebagai contoh, siswa yang telah memahami materi ataupun belum memahami dapat dilihat dari respon yang ditunjukkannya dalam pembelajaran. Guru harus mampu membangun interaksi pembelajaran yang positif, agar aksi ataupun respon yang diberikan siswa juga positif. Hal ini menunjukkan bahwa guru memiliki peran besar untuk memberikan contoh keteladanan bagi siswanya. **Evaluasi** dalam pembelajaran reflektif digunakan sebagai sarana untuk merefleksikan hasil belajar siswa. Evaluasi tidak hanya berupa tes, ulangan atau ujian, perlu juga dilakukan dengan memberikan jurnal pembelajaran kepada siswa untuk merekam dan mengomentari pengalaman mereka dalam pembelajaran. Guru harus mengapresiasi tingkat perkembangan siswa melalui hasil evaluasi ini. Bagi siswa yang sudah berkembang dengan baik, perlu ditindaklanjuti dengan memberikan ucapan selamat, sedangkan yang mengalami hambatan perkembangan perlu ditindaklanjuti dengan mendorongnya berefleksi lebih lanjut.

Belum ada konsensus yang menetapkan bagaimana tepatnya pembelajaran reflektif ini diaplikasikan di dalam kelas. Namun, menurut Song, Koszalka dan Grabowski (2005) setidaknya ada 3 hal penting yang harus diperhatikan pengajar dalam mendorong proses berfikir reflektif di dalam kelas, yaitu:

- Metode mengajar dapat mempengaruhi perkembangan keterampilan berpikir reflektif siswa, misalnya: metode mengajar dengan aktivitas berorientasi inkuiri dengan memberi siswa pertanyaan yang sarat akan pemikiran, penjelasan yang mendeskripsikan konsep baru, pemberian waktu-tunggu yang efektif bagi siswa untuk berpikir sebelum memberikan reaksi, dan menyediakan situasi nyata dan ilmu pengetahuan yang kontekstual tentang informasi baru yang sedang dipelajari,
- Scaffolding tools* (alat perancah), seperti jurnal interaktif, pertanyaan-pertanyaan yang mendorong, dan peta konsep, juga mendorong siswa untuk berfikir reflektif.
- Learning Environment* (lingkungan belajar) mendorong siswa untuk mengkonstruksi makna secara aktif dan reflektif, misalnya dengan menyediakan instruksi yang memungkinkan kontrol dari siswa sehingga mendorong mereka untuk membuat keputusan mereka sendiri berkaitan dengan proses belajar mereka.

Odafe (2007) juga mengembangkan aktivitas dan pengalaman yang dilakukan dalam proses berpikir reflektif siswa di kelas, yaitu dengan melaksanakan aktivitas berikut ini:

- a. *Metacognition*, merupakan kemampuan seseorang untuk memikirkan pemikirannya, dan memonitor dan meregulasi apa yang sedang dikerjakannya dan memikirkan pengalaman yang baru saja didapatkannya.
- b. *Modeling*, setelah guru memperlengkapi siswa dengan ide-ide dari konsep, *skill*, dan pengetahuan yang harus mereka peroleh dan kemudian membagikannya kepada teman sekelas dengan melakukan presentasi.
- c. *Communication (oral and written)*, merupakan cara untuk membagi ide dan mengklarifikasi pemahaman.
- d. *Sharing of responsibilities*, mengacu pada pandangan bahwa dalam kelas ini siswa bisa saja menjadi guru dan guru bisa berperan sebagai siswa.

Untuk dapat mendorong siswa melakukan proses berpikir reflektif dalam proses pembelajaran di kelas, beberapa aktivitas yang ditawarkan (sedl.org, 2000), yaitu:

- a. Menulis; esai, jurnal, surat, argumen persuasif tertulis.
- b. Komunikasi yang dimediasi computer; *chatting* dengan sesama teman dan pengajar lewat internet yang membicarakan pelajaran yang sudah dipelajari.
- c. Aktivitas refleksi terbimbing; dapat dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing kepada refleksi seperti: “Apa yang kita ketahui?, Apa yang ingin ketahui?, Apa yang telah kita pelajari?”.
- d. Diskusi; dilakukan dengan teman di kelas dalam kelompok.
- e. Portofolio siswa, *digital* ataupun *non-digital*. Berbagi pemahaman dalam bentuk tulisan pada website, presentasi multimedia, dan lain sebagainya.
- f. Seni, misalnya menggambar bagi siswa kelas kecil akan sangat efektif, terutama bagi siswa yang mempunyai kesulitan dalam berkomunikasi secara oral maupun tulisan.

Berikut ini adalah argumentasi bagi penerapan pembelajaran reflektif menurut Drost (dalam Sirajuddin, 2009), yaitu:

- a. Pembelajaran reflektif dapat diterapkan pada semua jenis kurikulum sebagai suatu sikap, mentalitas, dan pendekatan yang konsisten yang mewarnai seluruh proses pembelajaran.
- b. Pembelajaran reflektif dapat diterapkan tidak hanya pada disiplin akademis tapi juga pada ranah non akademis.
- c. Memungkinkan para pengajar untuk memperkaya baik isi maupun susunan bahan pelajaran, sedangkan siswa dapat belajar lebih aktif dan bertanggungjawab.
- d. Memungkinkan siswa menghubungkan bahan pelajaran dengan pengalaman mereka dan belajar dari pengalaman tersebut.
- e. Penerapan pembelajaran reflektif secara konsisten dan berkelanjutan akan membentuk kebiasaan berefleksi terlebih dahulu sebelum melakukan sesuatu.
- f. Membangun kepekaan nurani terhadap hubungan-hubungan manusiawi, sehingga membuat siswa semakin peduli terhadap sesama.

2.6. Strategi Pembentukan Karakter dengan Pembelajaran Reflektif

Menurut Kesuma, Permana & Triatna (2010), proses pembelajaran reflektif dapat diimplementasikan oleh semua guru mata pelajaran melalui integrasi materi-materi pada setiap mata pelajaran dengan nilai-nilai tertentu yang akan diperkuat menjadi sikap siswa. Mata pelajaran matematika sarat dengan nilai-nilai karakter yang dapat ditanamkan melalui proses pembelajaran di kelas. Hasan (Dwirahayu, 2013) menyatakan bahwa karakter siswa yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran matematika sesuai edaran pemerintah tentang integrasi nilai dalam mata pelajaran terdiri dari sikap teliti, tekun, kreatif, kerja keras, keingintahuan, dan pantang menyerah. Keterbatasan waktu pembelajaran di sekolah dan kesulitan guru dalam menyampaikan pembelajaran matematika dikarenakan keabstrakannya, menjadikan pembelajaran reflektif berpotensi sebagai sarana untuk mencerdaskan siswa secara kognitif maupun afektif (karakter).

Berikut merupakan tahapan yang sebaiknya dilakukan oleh guru untuk mengintegrasikan nilai-nilai karakter melalui pembelajaran reflektif, dimodifikasi berdasarkan pendapat Kesuma, Permana & Triatna (2010) adalah sebagai berikut:

- a. Guru menyusun RPP berbasis karakter. Lebih baik lagi jika nilai-nilai karakter yang dirujuk oleh guru merupakan hasil kesepakatan antara sekolah dan *stakeholder* sekolah yang menjadi visi sekolah.
- b. Guru merancang/menyusun/menggunakan bahan ajar yang mengintegrasikan nilai-nilai karakter di dalamnya. Bahan ajar tersebut diharapkan tidak hanya menyajikan materi/pengetahuan, tetapi yang juga menguraikan nilai-nilai yang terkait dengan materi/pengetahuan tersebut. Nilai-nilai tersebut diinternalisasi dalam aktifitas-aktifitas belajar aktif sehingga mampu mendorong terjadinya *autonomous learning* dan bersifat *learner-centered*.
- c. Guru melakukan apersepsi yang kontekstual dengan kehidupan siswa dan terkait dengan materi yang akan dibahas.
- d. Melakukan pembelajaran sebagaimana didesain dalam RPP. Dalam pelaksanaan kegiatan inti pembelajaran, guru melakukan elaborasi terhadap berbagai makna dari materi yang dibahas/dikaji.
- e. Melakukan evaluasi melalui pengamatan terhadap sejauhmana nilai-nilai yang akan dikuatkan atau dikembangkan muncul dalam perilaku siswa. Evaluasi tidak hanya berupa tes atau ujian saja, namun juga
- f. Memberi catatan khusus jika ada siswa yang secara khusus memiliki perkembangan perilaku yang berbeda dengan kelompoknya atau tidak sesuai dengan tahapan perkembangannya, apakah bersifat positif atau negatif.
- g. Memberikan referensi/rujukan kepada guru lain atau pihak yang berkepentingan untuk menangani siswa yang dikategorikan memiliki kekhususan dalam perkembangan nilai dan karakter.
- h. Pelaksanaan pembelajaran reflektif dapat terjadi pada setiap tahap dari tahap proses pembelajaran. Misal, ketika guru membiasakan untuk menyapa siswa sebelum pembelajaran dimulai secara reflektif guru tersebut membelajarkan nilai keramahan kepada siswanya.
- i. Aktivitas belajar yang dapat membantu siswa menginternalisasi nilai-nilai adalah aktivitas-aktivitas belajar aktif yang antara lain mendorong terjadinya *autonomous learning* dan bersifat *learner-centered*. Pembelajaran yang memfasilitasi *autonomous learning* dan berpusat pada siswa secara otomatis akan membantu siswa memperoleh banyak nilai.

3 Penutup

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya, penulis menyimpulkan bahwa:

- a. Pembelajaran dari sudut pandang pendidikan karakter merupakan proses interaksi alamiah antara siswa dan lingkungan belajarnya yang merujuk pada penanaman nilai. Oleh karena itu tidak ada perilaku yang bebas nilai. Guru berperan untuk menetralkan energi negatif menjadi energi positif.
- b. Guru memiliki peran besar dalam menyentuh karakter siswa kearah yang lebih baik. Situasi pembelajaran di kelas memungkinkan bagi guru untuk menyampaikan karakter-karakter baik kepada siswa, dan siswa bisa menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.
- c. Matematika berkaitan dengan sikap-sikap matematika yang meliputi hubungan guru dan siswa, metode yang digunakan, komunikasi dengan keluarga, keadaan lingkungan dan karakter dari siswa. Karakter dari siswa ini dapat dikembangkan melalui proses pembelajaran di kelas. Dengan demikian lingkungan pembelajaran sangat berpengaruh terhadap pengembangan karakter siswa.
- d. Nilai-nilai pendidikan matematika dapat ditumbuhkan melalui pelaksanaan proses belajar mengajar matematika. Guru matematika harus memahami nilai-nilai matematika yang harus ditanamkan dalam pembelajaran, dan nilai-nilai tersebut harus termuat dalam bahan ajar maupun dalam proses belajar mengajar.
- e. Pembelajaran reflektif dapat mengembangkan kesadaran siswa untuk melakukan refleksi terhadap dirinya, siswa akan terlatih untuk selalu merancang strategi terbaik dalam memilih,

mengingat, mengenali kembali, mengorganisasi informasi yang dihadapinya, serta dalam menyelesaikan masalah. Tidak hanya aspek kognitif siswa yang berkembang, namun juga aspek afektifnya. Melalui pengembangan kesadaran untuk melakukan proses refleksi inilah, siswa diharapkan akan terbiasa untuk selalu memonitor, mengontrol dan mengevaluasi apa yang telah dilakukannya. Oleh karena itu pembelajaran reflektif berpotensi membentuk karakter siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Vita Nova. (2012). *Pengaruh Pembelajaran Eksploratif terhadap Peningkatan Kemampuan Penalaran, Kemampuan Komunikasi, dan Karakter Matematis Siswa Menengah Pertama*. Tesis Pendidikan Matematika SPS UPI.
- Boud, D. (2001). Using journal writing to enhance reflective practice. In English, L. M. and Gillen, M. A. (Eds.) *Promoting Journal Writing in Adult Education*. New Directions in Adult and Continuing Education No. 90. San Francisco: Jossey-Bass, 9-18.
- BSNP. (2006). Model Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mata Pelajaran Pendidikan Kewarganegaraan. Jakarta: Depdiknas.
- Dharma, Lala Herawati. (2007). *Brain Based Teaching: Merancang Kegiatan Belajar Mengajar yang Melibatkan Otak, Emosional, Sosial, Kognitif, Kinestetik dan Reflektif*. Bandung: Kaifa.
- Dede, Yuksel. (2006). Mathematics Educational Value of College Students' Towards Function Concept. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2 (1), pp 82-102. [Online]. Tersedia: <http://www.ejmste.com/012006/d6.pdf> [19Juli 2013].
- Dwirahayu, Gelar. (2013). *Pengaruh Strategi Pembelajaran Eksploratif terhadap Peningkatan Kemampuan Visualisasi, Pemahaman Konsep Geometri, dan Karakter Siswa*. Disertasi Pendidikan Matematika, SPS UPI.
- Given, Barbara K. (2007). *Brain-Based Teaching*. Bandung: Kaifa.
- Hergenhahn, B.R & Olson, M.H.(2008). *Theories of Learning (Teori Belajar)*, Edisi Ketujuh. Pearson Education. Alih Bahasa oleh Tri Wibowo (2009). Jakarta: Kencana.
- Kemdiknas. (2010). *Panduan Pendidikan Karakter di SMP*. Jakarta: Kemdiknas.
- Kesuma, D, Permana, J, Triatna, Cepi. (2010). Model Pembelajaran dalam Pendidikan Karakter. *Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education, Join Conference UPI & UPSI*. Bandung, Indonesia, 8-10 November 2010.
- Kurnia, Ingridwati. (2006). *Pengembangan Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Reflektif Mahasiswa S1-PGSD pada Mata Kuliah Penelitian Tindakan Kelas*. Disertasi Pengembangan Kurikulum SPS UPI.
- Lickona, Thomas. (1991). *Educating for Character: How Our School Can Teach Respect and Responsibility*. New York, Toronto, London, Sydney, Aucland: Bantam Books.
- Nainggolan, Lusiana. (2011). *Model Pembelajaran Reflektif untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Komunikasi Matematis*. Tesis Pendidikan Matematika SPS UPI.
- Odafe, Victor U. (2007). *Teaching and Learning Mathematics: Student Reflection Adds a New Dimension* [Online] Tersedia: math.unipa.it/~grim/21_project/21_charlotte_OdafePaperEdit.pdf. [24 Januari 2013]
- Saepudin, Asep. (2010). Membangun Karakter Bangsa melalui Pembelajaran di Sekolah. *Proceedings of The 4th International Conference on Teacher Education, Join Conference*

UPI & UPSI. Bandung, Indonesia, 8-10 November 2010.

- Siswono, Tatag Yuli Eko. (2012). Implementasi Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran Matematika. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika di UIN Syarif Hidayatullah, tanggal 24 November 2012, Jakarta.
- Suyitno, Hardi. (2012). *Nilai-nilai Pendidikan Matematika bagi Pembentukan Karakter Bangsa*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Matematika di FMIPA Unnes tanggal 13 Oktober 2012, Semarang.
- Samani, Muchlas & Hariyanto. (2012). Konsep dan Model Pendidikan Karakter. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- SEDL Letter Volume 3, Issue 2 (2000). *Action + Reflection = Learning*. Tersedia, <http://www.sedl.org>. [Januari 2013].
- Sirajuddin. (2009). Model Pembelajaran Reflektif: Suatu Model Belajar Berbasis Pengalaman. Dalam *Didaktika Jurnal Kependidikan* Vol 4 No.2 hal 189-200.
- Song, H.D., Koszalka, T. A., dan Grabowski, B. (2005). Exploring Instructional Design Factors Prompting Reflective Thinking in Young Adolescents. In *Canadian Journal of Learning and Technology*, Vol 31, No. 2, 49-68.
- Sparrow, Tim and Jo Maddock. (2006). "Reflective Learning". Dalam *Applied emotional intelligence* [Online]. Tersedia: <http://www.jca.biz/microsites/iete/pdf/Scale%2016%20Reflective%20learning.pdf>. [20 Januari 2013].
- Sukmadinata, N.S. (2004). *Kurikulum dan Pembelajaran Kompetensi*. Bandung: Kesuma Karya.
- Surya, M. (2003). *Psikologi Pembelajaran dan Pengajaran*. Bandung: Yayasan Bhakti Winarja.
- Tebow, Fall Melinda. (2008). "Reflective Learning in Adult Education". Dalam *Artikel* [online]. Tersedia: <http://adulthoodeducation.wikibook.us/index.php?title=ReflectiveLearninginAdultEducation>. [20 Januari 2013].

ASPEK PEMBELAJARAN *GeMA* PADA AKTIVITAS DAN KETUNTASAN BELAJAR SISWA, TINJAUAN TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIK

Sigid Edy Purwanto¹, Wahidin²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UHAMKA

¹)sigidmath@yahoo.co.id; ²)headymatic@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematik, aktivitas, dan ketuntasan belajar siswa melalui pembelajaran dengan metode *GeMA* dan konvensional. Desain penelitian ini adalah kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol hanya dengan postes. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran metode *GeMA* dan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Untuk mendapatkan data hasil penelitian digunakan instrumen berupa tes kemampuan pemecahan masalah matematik dan lembar observasi aktivitas siswa. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII salah satu SMP Negeri di Jakarta dengan sampel sebanyak dua kelas yang dipilih secara *Cluster random Sampling*. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan terhadap data postes kemampuan pemecahan masalah matematik antara kedua kelompok sampel dengan menggunakan uji perbedaan dua rerata, sedangkan analisis kualitatif terhadap aktivitas siswa. Dalam perhitungan ujicoba intrumen menggunakan program Anates dan perhitungan statistik menggunakan SPSS-15 dan *Excel-2007*. Untuk mencari perbedaan rata-rata digunakan uji-*t*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang memperoleh pembelajaran metode *GeMA* lebih baik dari pada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Pencapaian ketuntasan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa sebesar 84% dengan keberhasilan kelas 76%. Pembelajaran metode *GeMA* mampu mengaktifkan siswa sebesar 82,6%.

Kata kunci: Metode *GeMA*, Aktivitas Siswa, Ketuntasan, Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik

1. Pendahuluan

Pembelajaran sebagai upaya membuat siswa belajar belum sepenuhnya dipahami oleh kebanyakan guru, nampak dilapangan adanya dominasi guru yang membuat aktivitas siswa menjadi rendah (pasif). Kritik Ernest, bahwa siswa melakukan prosedur simbolik dan bekerja tetapi bukan untuk berpikir. Silver mengatakan bahwa aktivitas siswa hanya menonton gurunya menyelesaikan soal-soal di papan tulis, kemudian mereka bekerja sendiri dalam buku teks atau LKS (Turmudi, 2008).

Metode yang kerap guru gunakan adalah metode ceramah dengan media *chalk and talk*. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa kemungkinan yaitu: 1) Sekolah sudah memiliki alat peraga tetapi belum memanfaatkannya secara optimal. 2) Sekolah sama sekali belum memiliki alat peraga. 3) Sekolah telah memiliki alat peraga namun belum memadai baik tempat, kualitas maupun kuantitasnya (Asyhadi, 2005).

Menurut Madnesen dan Sheal dalam Suherman (2004) bahwa kebermaknaan belajar tergantung bagaimana carasiswa belajar, salah satunya belajar dengan melakukan dan mengkomunikasikan bisa mencapai 90%. Implikasi terhadap pembelajaran adalah bahwa kegiatan pembelajaran identik dengan aktivitas siswa secara optimal, tidak cukup dengan mendengar dan melihat, tetapi harus dengan *hands-on activity*, *minds-on*, *konstruksivis*, dan *daily life* (kontekstual). Oleh karena itu guru mesti menghadirkan metode pembelajaran yang dapat mendukung cara belajar siswa secara aktif.

Salah satu yang dapat mengaktifkan belajar siswa adalah metode *GeMA*. Metode ini memungkinkan siswa untuk terlibat secara aktif melalui *hands-on activity*. Pembelajaran metode laboratorium adalah suatu metode pembelajaran yang menekankan pada *learning by doing*, dengan menghadirkan kerja-kerja laboratorium ke dalam kelas: dapat memanfaatkan penggunaan permainan matematika, alat peraga matematika, maupun aktivitas.

Dengan metode *GeMA* siswa dapat belajar fakta, keterampilan, konsep, dalil, atau teori melalui aktivitas memanipulasi benda-benda kongkrit, model, alat peraga, ataupun permainan matematika. Secara tepat metode ini akan menanggalkan sifat abstrak matematika, membuat subjek menarik karena penggabungan permainan dan aktivitas.

Tahap berpikir siswa yang masih konkrit, memungkinkan penggunaan media visual-kinestetik yang berupa aktivitas dengan benda konkrit, alat peraga matematika, maupun permainan matematika menjadi pilihan tepat untuk mengatasi rutinitas pembelajaran yang membosankan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pembelajaran Matematika

Learnings defined as the modification or strengthening of behavior through experiencing. Experience is the best teacher. Belajar dari pengalaman adalah lebih baik daripada sekedar bicara. Karena itu, *the proses of learning is doing, reacting, undergoing, experiencing. The products of learning are all achieved by the learner through his own activity*, demikianlah pandangan Witherington dan Burton dalam Dzamarah dan Zain (2006).

Belajar merupakan suatu proses yang dilakukan individu untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan sebagai hasil pengalaman individu itu sendiri dalam interaksinya dengan lingkungan. Sebuah pembelajaran yang menekankan kepada pemahaman, *I do and I understand*, yang memusatkan pada partisipasi aktif siswa dalam suatu suasana percobaan yang menggunakan bahan peraga konkrit.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa belajar bukan hanya mengingat (mengumpulkan pengetahuan), melainkan juga mengalami, melakukan, beraktivitas, dan berinteraksi dengan lingkungan, dengan demikian siswa akan lebih akrab dengan materi pelajarannya, memahami, serta mendatangkan kebermaknaan bagi dirinya.

2.2. Metode *GeMA*

A. Diesterweg said “*What counts is not memorising, but understanding, not watching, but searching, not receiving, but seizing, not learning, but practising*” (Wittmann, 2004).

Metode *GeMA* merupakan singkatan dari *Games, Manipulatives, and Activities*. Sengaja peneliti angkat guna memperoleh padanan kata yang dapat mewakili kegiatan pembelajaran siswa yang akan menggunakan permainan, alat peraga, dan aktivitas matematika. Karena itu, istilah ini tidak ditemukan dalam referensi manapun berkenaan dengan pembelajaran matematika.

Seorang Filosof Cina *Confucius* mengatakan bahwa saya dengar maka saya lupa, saya lihat maka saya ingat, dan saya alami maka saya paham. Bila berpedoman kepada persentase banyaknya yang dapat diingat, maka metode *GeMA* ini merupakan metode yang sangat penting. Johnson dan Rising dalam Ruseffendi (2006) mengatakan “bahwa belajar dapat mengingat sekitar tigaperempat materi dari yang diperbuat”. Untuk itu manipulasi benda-benda konkrit dalam belajar matematika sangat penting.

Matematika mempunyai objek abstrak berupa fakta, konsep, operasi serta prinsip dan asas yang abstrak. Objek tersebut diusahakan agar mudah dipahami oleh siswa, dengan cara menyajikannya melalui benda-benda konkrit.

Semua hasil kerja yang telah diperoleh Piaget, Bruner dan Dienes mendukung pernyataan bahwa, manipulasi benda-benda konkrit merupakan aktivitas penting dalam pembelajaran matematika. Dalam pembelajaran *GeMA*, siswa memecahkan masalah, mengeksplorasi konsep matematika, merumuskan dan bereksperimen dengan prinsip-prinsip matematika, dan membuat penemuan matematika (*mathematical discoveries*) melalui manipulasi benda konkrit yang merepresentasikan ide-ide abstrak matematika.

Prinsip metode *GeMA* adalah belajar sambil berbuat, mengobservasi, dan memulai dari yang konkrit ke yang abstrak, ia sejalan dengan metode induktif. Siswa belajar dengan objek-objek yang kemudian digeneralisasikan. Metode ini khusus untuk mengabaikan keabstrakan hakikat matematika. Namun dapat menarik minat peserta didik terhadap matematika yang abstrak. Menurut Ernest dalam Turmudi (2008) bahwa belajar matematika adalah pertama dan paling utama adalah aktif, dengan siswa belajar melalui permainan, kegiatan, penyelidikan, proyek, diskusi, eksplorasi, dan penemuan.

Dengan metode *GeMA* siswa dapat belajar fakta, keterampilan, konsep, dalil, atau teori melalui aktivitas memanipulasi benda-benda kongkrit, model, alat peraga, ataupun permainan matematika. Ia dapat meningkatkan keinginan belajar, belajar melalui berbuat, menghayati dan menghargai metode ilmiah, meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, membuat analisis, dan evaluasi.

Kelengkapan belajar seperti alat peraga, peralatan laboratorium, ataupun media lainnya menjadi sebuah kemandirian bagi terlaksananya pembelajaran dengan metode laboratorium. Sementara desain pembelajaran di luar kelas diarahkan bagaimana siswa dapat bermain sambil belajar.

Metode *GeMA* dapat dioperasionalkan bentuk pelaksanaannya melalui: permainan, alat peraga, dan aktivitas matematika.

Permainan Matematika

Pada dasarnya siswa itu suka akan permainan dan teka-teki, karena bermain memang merupakan dunia anak-anak muda (Turmudi, 2008). Imam Al-Ghazali berkata, “bermain-main bagi seseorang anak adalah sesuatu yang sangat penting. Sebab, melarangnya dari bermain-main seraya memaksanya untuk belajar terus-menerus dapat mematikan hatinya, mengganggu kecerdasannya, dan merusak irama hidupnya”. Menurut Plato, anak-anak akan lebih mudah mempelajari aritmetika dengan cara membagi-bagikan apel kepada anak-anak. Bermain dipandang sebagai kegiatan alamiah anak dalam mendapatkan pengalaman-pengalaman, alat menentukan kreativitas, serta sarana untuk mengembangkan kecerdasan (Ismail, 2006).

Jika suatu konsep matematika disajikan melalui bermain, pengertian terhadap konsep tersebut diharapkan akan mantap, sebab belajar dengan cara tersebut merupakan cara belajar yang wajar, yakni sesuai dengan naluri anak. Proses belajar yang demikian merupakan proses psikologis, bukan suatu proses logis. Jadi pola-pola matematika itu tidak dipelajari anak melalui sederetan pengetahuan yang sudah ditentukan sebelumnya sebagai suatu proses mekanis melainkan dengan melalui bermain, yakni anak didik mengkonstruksi pola-pola matematika (Hudoyo, 1985).

Permainan matematika adalah suatu kegiatan yang menyenangkan yang dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran matematika baik pada aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor. Permainan matematika membantu siswa untuk menghafal fakta dasar, menemukan operasi hitung dan meningkatkan keterampilan berhitung, penguatan pemahaman, meningkatkan kemampuan menemukan dan pemecahan masalah matematika (Ruseffendi, 2006).

Salah satu isu yang diangkat oleh Turmudi (2008) adalah hadirnya *game* dan *puzzle* sebagai pendekatan dalam pembelajaran matematika. Umumnya kedua hal tersebut disenangi oleh siswa dan mengundang siswa untuk bersenang-senang dalam belajar matematika, mampu memotivasi siswa untuk belajar matematika. Hal ini menjadi penting, mengingat *game* dan *puzzle* sudah diakui secara luas sebagai salah satu cara menggugah siswa untuk meleak matematika. Ernest dalam Turmudi (2008) mengklaim bahwa *game* mengajarkan matematika secara efektif karena: 1) menyediakan *reinforcement* dan latihan keterampilan, 2) menyediakan motivasi, 3) membantu

akuisisi dan pengembangan konsep matematika, dan 4) mengembangkan strategi pemecahan masalah.

Berkenaan dengan pengembangan kemampuan penalaran matematik siswa, *game* memainkan peran kepada pentingnya belajar nalar matematika dan mendorong siswa untuk menjadi lebih percaya diri dalam kemampuan matematika (Turmudi, 2008).

Frans Moerlands dan Annie Makkink melaporkan, bahwa aktivitas bermain dapat membantu menyelesaikan soal tentang bilangan yang “tidak diketahui”. Hasilnya dapat meningkatkan hasil kerja anak sebesar 40%, yakni dari rerata awal (sebesar 2,6) menjadi 3,7. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pembelajaran menggunakan permainan Katak ini membuat soal abstrak tersebut menjadi soal yang “biasa” (Armanto, 2003).

Sementara itu Benko & Maher (2006), melaporkan bahwa siswa tingkat 7 memiliki kemampuan lisan, tulisan, dan representasi fisik setelah belajar melalui permainan yang menggunakan dadu dalam eksperimennya.

Alat Peraga Matematika

Alat peraga merupakan media pengajaran yang mengandung atau membawakan ciri-ciri dari konsep yang dipelajari. Seperangkat benda konkrit yang dirancang, dibuat, dihimpun, atau disusun secara sengaja yang digunakan untuk membantu menanamkan atau mengembangkan konsep atau prinsip dalam matematika. Dengan alat peraga, hal-hal yang abstrak dapat disajikan dalam bentuk model-model yang berupa benda konkrit yang dapat dilihat, dipegang, diputarbalikkan sehingga dapat lebih mudah dipahami. Fungsi utamanya adalah menurunkan keabstrakan konsep (Pujiati, 2004).

Sejak tahun 1950-an sampai tahun 1970-an tidak kurang dari 20 rangkuman penelitian penggunaan alat peraga dalam pengajaran matematika. Di antaranya yang paling lengkap adalah rangkuman Higgins dan Suydam tahun 1976 (Lithanta, 2009), yang antara lain menyimpulkan: 1) Pada umumnya penelitian itu berkesimpulan bahwa pemakaian alat peraga dalam pengajaran matematika itu berhasil atau efektif dalam mendorong prestasi siswa. 2) Sekitar 60% lawan 10% menunjukkan keberhasilan yang meyakinkan dari belajar dengan alat peraga terhadap yang tidak memakai. Besarnya persentase yang menyatakan bahwa penggunaan alat peraga itu paling tidak hasil belajarnya sama dengan yang tidak menggunakan alat peraga adalah 90%. 3) Manipulasi alat peraga itu penting bagi siswa SD di semua tingkatan. 4) Ditemukan sedikit bukti bahwa manipulasi alat peraga itu hanya berhasil ditingkat yang lebih rendah.

Slamet, Soenarto, dan Wahidin (2008), melaporkan bahwa kemampuan menyusun dan memfaktorkan persamaan kuadrat siswa meningkat dan menjadi mudah ketika pembelajaran yang diberikan menggunakan alat peraga *Dienes AEM (Block al-Khawarizmi)*. Lebih dari itu, pembelajaran dengan metode ini mampu melayani semua level kebutuhan siswa, siswa lemah sekalipun dapat dengan mudah memanipulasi benda konkrit (*Dienes AEM*), karena mereka hanya perlu memanfaatkan pengetahuan awal mereka tentang konsep luas persegi panjang.

Seringkali sebuah persoalan paling baik diselesaikan (dipahami) dengan menggunakan sketsa, melipat sepotong kertas, memotong seutas tali, atau menggunakan alat peraga sederhana lainnya yang tersedia. Strategi penggunaan alat peraga dapat membuat situasi menjadi nyata bagi murid-murid sehingga membantu memotivasi. Manipulasi model-model geometri dapat menjadi suatu jalan yang dapat membantu proses pemecahan masalah maupun sebagai aktivitas untuk menghasilkan suatu persoalan yang menuntut pemecahan masalah (Sobel dan Maletsky, 2004).

Aktivitas belajar matematika sedapat mungkin melibatkan seluruh indera siswa terutama pendengaran, penglihatan, dan perabaan. Dalam hal ini alat peraga dapat menjembatani proses abstraksi. Di samping itu, dengan alat peraga anak dapat terbantu menemukan strategi untuk memecahkan masalah. Mereka berlatih untuk menguraikan masalah dari tingkat yang sederhana dan konkrit ini, kemudian anak dapat membangun pengetahuan sendiri, memahami persoalan dan mencari strategi pemecahan masalah (Triyana, 2004).

Aktivitas

Kalau aktivitas disetarakan dengan percobaan (eksperimen), maka ia merupakan suatu cara penyajian pelajaran, di mana siswa melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sendiri sesuatu yang dipelajari. Dalam hal ini, siswa diberikan kesempatan untuk mengalami sendiri, melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan (Djamarah dan Zain, 2006). Dengan demikian sebuah kebenaran yang berupa konjektur maupun teorema ditemukan sendiri oleh siswa berdasarkan fakta-fakta yang ada dalam praktikum mereka.

Kerja praktik merupakan kegiatan pengalaman belajar dalam rangka penemuan konsep atau prinsip matematika melalui kegiatan eksplorasi, investigasi, dan konklusi yang melibatkan aktivitas fisik, mental, dan emosional (Krismanto, 2003). Dengan adanya benda-benda tiruan (model) ataupun objek-objek konkrit yang secara sengaja disiapkan untuk lebih merangsang pikiran siswa dalam mengkonstruksi pengertian. Dengan kerja praktik suasananya lebih pada siswa menggunakan pengalaman belajar untuk memperoleh pengetahuan (sesuai konstruktivisme) dan bukan semata-mata pada bagaimana guru mengajar matematika. Sebuah konsep untuk menggeser paradigma mengajarkan matematika kepada mengerjakan matematika.

Dari analisa tes *NAEP* 1996 data dari dua sampel negara yang melibatkan 15.000 siswa tingkat 8 disebutkan bahwa siswa yang gurunya aktif memberikan pengajaran melalui proses kerja dalam aktivitas pembelajarannya menghasilkan tingkat pencapaian matematika lebih dari 70% (Crawford, 2001).

Vui (2006-2007), melaporkan bahwa tujuan dari praktikum yang baik dalam pengajaran matematika adalah untuk membantu siswa membuat makna berkaitan dengan keterampilan isi matematika (apa yang diketahui) dan keterampilan proses (apa yang dilakukan). Praktik yang baik harus menyeimbangkan antara *contentskills* dan *processskills* termasuk proses *problemsolving*. Ketika guru menggunakan *manipulativematerials* dalam pengajaran matematika, mereka mengenali siswa mereka lebih aktif dalam belajar. Siswa menyukai belajar matematika dengan model dinamis atau gerak. Guru mesti belajar bagaimana menciptakan model matematik baru dengan situasi problematik dan menyiapkan suatu *manipulativematerials* yang baik. Siswa dapat lebih sering membangun pertanyaan dan aktivitas mereka.

2.3. Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik

Masalah berarti adanya kesenjangan antara sesuatu yang menjadi ideal (harapan) dengan sesuatu realita (VanGundy, 2005). Bell (1978), Suherman, dkk. (2003), dan Ruseffendi (2006), menyatakan bahwa suatu masalah biasanya memuat situasi yang mendorong seseorang untuk menyelesaikannya, akan tetapi tidak tahu secara langsung apa yang harus dikerjakan untuk menyelesaikannya. Jika siswa dapat secara langsung mengetahui cara penyelesaiannya, maka soal matematika tersebut tidak dapat dikatakan sebagai masalah. Bisa saja soal tersebut dianggap masalah bagi seseorang, tetapi bagi orang lain itu hanya merupakan hal yang biasa (rutin belaka). Suatu soal akan menjadi masalah hanya jika pertanyaan itu menunjukkan adanya suatu tantangan yang tidak dapat dipecahkan oleh suatu prosedur rutin yang sudah diketahui oleh siswa.

Demikian juga pertanyaan merupakan suatu masalah bagi seseorang siswa pada suatu saat, tetapi bukan merupakan suatu masalah lagi bagi siswa tersebut pada saat berikutnya, bila siswa tersebut sudah mengetahui cara atau proses mendapatkan penyelesaian masalah tersebut. Seperangkat soal latihan dalam buku teks matematika SMP dan soal tersebut juga tercantum pada buku-buku lainnya, maka hal tersebut tidak dapat dikatakan sebagai masalah, ia hanya didesain untuk latihan dan drill secara rutin, walaupun terkadang soal-soal tersebut dirasakan sulit bagi kebanyakan siswa (Bell, 1978).

Terlihat bahwa, syarat suatu soal akan merupakan masalah bagi seorang siswa adalah: 1) Soal yang dihadapkan kepada seorang siswa haruslah dapat dimengerti oleh siswa tersebut, namun soal itu harus merupakan tantangan baginya untuk mengerjakan. 2) Soal tersebut tidak dapat dikerjakan

dengan prosedur rutin yang telah diketahui siswa. Karena itu, faktor waktu untuk menyelesaikan masalah janglah dipandang sebagai hal yang esensial.

Selama pembelajaran matematika berlangsung, soal-soal matematika dapat dibedakan menjadi dua bagian: 1) Soal rutin, yang mencakup aplikasi suatu prosedur matematika yang sama atau mirip dengan hal yang baru dipelajari. Ia hanya bersifat berlatih agar terampil menggunakan konsep matematika. 2) Soal tidak-rutin, untuk sampai pada jawaban dari soal ini diperlukan pemikiran yang mendalam, menghendaki siswa untuk menggunakan sintesis atau analisis. Pengetahuan, fakta, keterampilan, dan pemahaman yang telah diperoleh (dikuasai) siswa dapat diterapkan pada situasi baru.

Berkenaan dengan pemecahan masalah sebagai suatu cara untuk mendapatkan jawaban, sesuatu yang harus dikerjakan, karena jawaban yang segera tidak dapat diperoleh, maka bahan-bahan matematika berupa benda konkrit maupun alat peraga menjadi mutlak untuk membantu anak mengeksplorasi dan menginvestigasi sehingga masalah matematika terpecahkan (Marks, Hiatt, dan Neufeld, 1988).

Pemecahan masalah dalam matematika melibatkan metode dan cara penyelesaian yang tidak standar dan tidak diketahui sebelumnya. Pembicaraan sebagian kecil dari salah satu kompetensi kurikulum matematika, yaitu kompetensi pemecahan masalah diharapkan para murid mampu membangun pengetahuan baru matematika, memecahkan permasalahan matematika dalam konteks lain, menerapkan dan mengadaptasi berbagai macam strategi untuk memecahkan masalah, serta memonitor dan merefleksi proses penyelesaian masalah matematika (Turmudi, 2008).

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan selama April sampai Juni 2012, pada siswa SMP, mengingat masa ini adalah suasana kritis psikologis siswa yang baru beranjak dari SD. Pada penelitian ini populasi target diambil dari seluruh siswa kelas VII pada salah satu SMPN di Jakarta. Untuk sampel ditentukan 2 kelas, sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*. Penelitian ini merupakan bentuk *Quasi-Eksperimen*, di mana subjek tidak dikelompokkan secara acak, tetapi menerima keadaan subjek apa adanya. Hasil dari uji-*t* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara rerata matematika pada kedua kelas.

Instrumen penelitian berupa tes kemampuan pemecahan masalah matematik (mengidentifikasi kecukupan unsur dari suatu masalah geometri dan menyelesaikan masalah matematika). Data ditunjang oleh observasi aktivitas siswa. Data dianalisis menggunakan uji-*t* dengan bantuan program SPSS 15 dan *Microsoft Excel* 2007.

4. Hasil Peneliitian dan Pembahasan

4.1. Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa

Dari 37 siswa pada kelas *GeMA* terdapat 19 orang yang memperoleh skor di atas rerata 30,19. Sedangkan untuk kelas konvensional yang terdiri dari 33 siswa, terdapat 14 orang yang memperoleh skor melebihi rerata 20,06.

Untuk melihat apakah perbedaan tersebut signifikan, maka dilakukan uji-*t*, diperoleh signifikansi (*p-value*) perbedaan rerata kemampuan pemecahan masalah matematik siswa kelas *GeMA* dan kelas konvensional kurang dari $\alpha = 0,05$ ($0,036 < 0,05$ dan $0,000 < 0,005$), maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang pembelajarannya dengan metode *GeMA* lebih baik daripada siswa yang pembelajarannya konvensional.

Tabel 1
Rekapitulasi Hasil Analisis Data Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa

Kemampuan	Skor Ideal	Kelas <i>GeMA</i> (<i>n</i> = 37)		Kelas Konvensional (<i>n</i> = 33)		Uji-t	<i>p-value</i>
		$\bar{y}$	<i>s</i>	$\bar{y}$	<i>s</i>		
Pemecahan Masalah Matematik	50	30.19	6.42	20.06	8.789	5,546	0,000

4.2. Ketuntasan Belajar Siswa

Ketuntasan belajar siswa adalah pencapaian secara minimal oleh siswa pada aspek kemampuan pemecahan masalah matematik Untuk pencapaian ketuntasan kemampuan pemecahan masalah matematik dengan KPM minimal sebesar 25, mampu diraih oleh 84% siswa, angka ini telah menyumbangkan keberhasilan kelas *GeMA*.

4.3. Aktivitas Siswa

Aktivitas belajar yang dimaksud di sini adalah segala kegiatan (praktikum) yang dilakukan siswa selama pembelajaran metode *GeMA* berlangsung, yang diukur melalui pengamatan setiap pertemuan. Berikut rerata aktivitas belajar siswa.

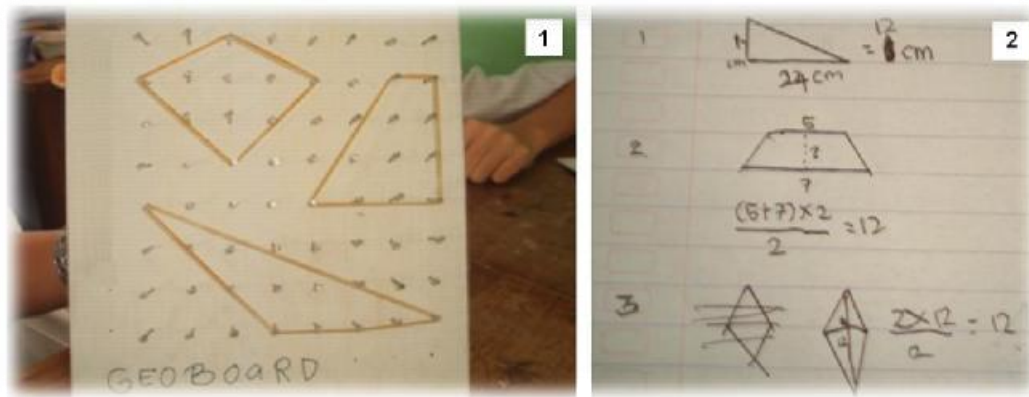
Tabel 2
Aktivitas Siswa Setiap Pertemuan

	Pertemuan													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rerata	3.4	3.93	4.07	3.93	4	4.2	4	4.67	4.27	4	4.4	4.47	4.2	4.27
Kategori	C	B	B	B	B	B	B	SB	B	B	B	B	B	B

Rerata aktivitas siswa pada kelas *GeMA* berada pada kategori baik yaitu sebesar 4,13, yang memberikan pencapaian 82,6% dari skor tertinggi 5. Pembelajaran matematika dengan metode *GeMA* terbukti mampu menarik perhatian siswa untuk memperhatikan pelajaran dan masalah yang diajukan. Game dan alat peraga berperan menggugah rasa penasaran siswa dengan menyajikan masalah-masalah yang menantang.



Gambar 1
Aktivitas Siswa Kelas *GeMA*



Gambar 2
Hasil Kerja Siswa Kelas GeMA (1) dan Konvensional (2)

5. Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian dan hasil analisis data diperoleh beberapa kesimpulan terkait dengan hipotesis-hipotesis penelitian, antara lain:

1. Terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematik siswa yang memperoleh pembelajaran metode GeMA dengan siswa yang pembelajarannya konvensional.
2. Metode GeMA mampu mengaktifkan siswa dalam pembelajaran matematika hingga 82,6%, yaitu berada pada kategori aktivitas baik.
3. Siswa pada kelas GeMA mampu mencapai ketuntasan belajar 84% untuk kemampuan pemecahan masalah matematik, melampaui keberhasilan kelas yang dipatok 76%..

Daftar Pustaka

- Armanto, D. (2003). *Katak Pemakan Kapur*. Penelitian PMRI oleh Frans Moerlands dan Annie Makkink, SD kelas 2 di Bandung, 17 Februari 2003.
- Asyhadi, A. (2005). *Pengenalan Laboratorium Matematika di Sekolah*. IHT Media Bagi Staf LPMP Pengelola Laboratorium Matematika Tanggal 5 s.d. 11 September 2005 di PPPG Matematika Yogyakarta.
- Benko, P. and Maher, CA. (2006). *Students Constructing Representations for Outcomes of Experiments*. Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 2, pp. 137-143. Prague: PME
- Crawford, M.L. (2001). *Teaching Contextually. Research, Rationale, and Techniques for Improving Student Motivation and Achievement in Mathematics and Science*. Texas: CCI Publishing. Inc. [online]. <http://www.cord.org/contextual-teaching>. [6 Oktober 2005]
- Djamarah, SB. dan Zain, A. (2006). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hudoyo, H. (1985). *Teori Belajar dalam PBM Matematika*. Jakarta: Depdikbud.
- Ismail, A. (2006). *Education Games: menjadi cerdas dan ceria dengan permainan edukatif*. Yogyakarta: Pilar Media.
- Krismanto. (2003). *Beberapa Teknik, Model dan Strategi dalam Pembelajaran Matematika*. PPPG Matematika. Yogyakarta.
- Lithanta, A. (2009). *Alat Peraga Perkalian Model Matrik sebagai Media Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan*. SDN Mangunharjo V.

- Pujiati, (2004). *Penggunaan Alat Peraga dalam Pembelajaran Matematika SMP*. Disajikan pada Diklat Instruktur Matematika SMP Jenjang Dasar, 10–23 Oktober 2004, Dirjen Dikdasmen, PPPG Matematika Jogjakarta.
- Ruseffendi, ET. (2006). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Slamet, Soenarto, M. dan Wahidin. (2008). *Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa SMA 97 Jakarta melalui Pembelajaran dengan Metode Laboratorium*. Laporan Penelitian untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran (PPKP) Dikmenti DKI Jakarta tahun 2008: Tidak Diterbitkan.
- Sobel, MA. dan Maletsky, EM. terj. Dr. Suyono, M.Sc. (2004). *Mengajar Matematika*. Ed. 3. Jakarta: Erlangga.
- Suherman, E. dkk.(2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Depdiknas-JICA-UPI.
- Suherman, E. 2004. *Model-Model Pembelajaran Matematika Berorientasi Kompetensi Siswa*. Makalah disajikan dalam acara Diklat Pembelajaran bagi Guru-guru Pengurus MGMP Matematika di LPMP Jawa Barat tanggal 10 Desember 2004: Tidak Diterbitkan.
- Turmudi.(2008). *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika (berparadigma Eksploratif dan Investigasi)*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Vui, T. (2007). *Helping Students Develop and Extend Their Capacity to Do Purposeful Mathematical Works*. Department of Mathematics, Hue College of Education, Vietnam.
- Wittmann, E. (2004). *Developing Mathematics Education in a Systemic Process*. In Proceedings of the Ninth International Congress on Mathematical Education. 75-90.

PENINGKATAN KEMAMPUAN KELANCARAN BERPROSEDUR MATEMATIS SISWA SMP DENGAN STRATEGI *THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING* (TAPPS)

Tina Rosyana

Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
tinarosyana@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menelaah peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS, dengan siswa yang memperoleh pembelajaran biasa. Metode dalam penelitian ini yaitu metode kuasi eksperimen. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa di salah satu SMP Negeri di Bandung semester genap tahun ajaran 2012/2013. Sampel dalam penelitian ini dipilih sebanyak dua kelas dari kelas VIII. Proses penentuan kelas dengan cara *purposive sampling*. Kelas eksperimen memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS dan kelas kontrol memperoleh pembelajaran biasa. Instrumen penelitian meliputi tes kemampuan kelancaran berprosedur matematis, skala sikap siswa, dan lembar observasi. Pengolahan data untuk uji perbedaan dua rata-rata menggunakan uji-t dan uji *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa; (2) Peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa; (3) Sikap siswa menunjukkan sikap yang positif terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS, dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa.

Kata Kunci: Strategi TAPPS, kelancaran berprosedur matematis.

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia secara global dan kompetitif memerlukan generasi yang memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, memanfaatkan informasi, sehingga menjadi sebuah pengetahuan serta menjadi alat untuk bertindak dan mengambil keputusan yang tepat dalam setiap situasi. Ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berkembang pesat memungkinkan kita memperoleh informasi dengan cepat dan mudah yang dapat diperoleh dari berbagai sumber yang seolah-olah tidak dibatasi ruang, jarak dan waktu.

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, matematika sebagai salah satu disiplin ilmu dalam dunia pendidikan mempunyai peranan yang besar. Matematika bermanfaat dalam perkembangan berbagai bidang ilmu pengetahuan lainnya. Oleh karena itu, diperlukan penguasaan matematika sejak dini dan matematika harus dipelajari pada semua jenjang pendidikan, agar kemampuan siswa berkembang sesuai dengan tuntutan kehidupan di masa yang akan datang.

Dengan belajar matematika siswa dapat berlatih menggunakan pikirannya secara logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta memiliki kemampuan bekerja sama dalam menghadapi berbagai masalah. Pembentukan pola pikir siswa dapat dilihat dari kemampuan berupa kecakapan yang dimiliki oleh siswa dalam penguasaan matematika.

Perumusan tentang kemampuan dan kecakapan matematis yang harus dimiliki siswa diperkenalkan oleh *Mathematics Learning Study Committee, National Research Council (NRC)* yang ditulis oleh

Kilpatrick, Swafford, dan Findell tahun 2001, sebagai berikut: 1) Pemahaman konsep; 2) Kelancaran berprosedur; 3) Kompetensi strategis; 4) Penalaran adaptif; 5) Berkarakter Produktif.

Di dalam panduan KTSP untuk pelajaran matematika tahun 2006 juga disebutkan bahwa pembelajaran matematika pada SMP memiliki tujuan agar siswa memiliki kemampuan: 1) Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah; 2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika; 3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh; 4) Mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah; 5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Selain itu menurut Sumarmo (2002), kemampuan dasar yang harus dimiliki siswa setelah mempelajari matematika adalah: kemampuan pemahaman matematis, pemecahan masalah matematis, penalaran matematis, koneksi matematis dan komunikasi matematis.

Berdasarkan panduan KTSP (2006) dan pendapat Sumarmo (2002) di atas, salah satu kemampuan dan kecakapan atau kompetensi matematis yang penting yang harus dimiliki siswa yaitu kemampuan pemecahan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh. Selain itu menurut Kilpatrick, Swafford, dan Findell (2001:116) beberapa kemampuan dan kecakapan atau kompetensi matematis yang penting yang harus dimiliki siswa yaitu kelancaran berprosedur (*procedural fluency*), yang meliputi kemampuan siswa menggunakan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien dan tepat dalam memecahkan masalah matematika.

Namun kenyataan menunjukkan bahwa kemampuan kelancaran berprosedur siswa saat ini masih rendah. Terbukti dari masih sulitnya siswa untuk menyajikan masalah dalam kehidupan sehari-hari ke dalam model matematis dan menentukan strategi yang tepat untuk menyelesaikannya. Kondisi ini ditunjukkan dari hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA). PISA adalah studi untuk mengukur prestasi literasi membaca, matematika, dan sains siswa sekolah berusia 15 tahun (setara dengan kelas VIII SMP). PISA mendefinisikan literasi matematis sebagai kemampuan seseorang untuk merumuskan, menerapkan dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks, termasuk kemampuan melaksanakan penalaran secara matematis dan menggunakan konsep, prosedur dan fakta untuk menggambarkan, menjelaskan atau memperkirakan fenomena/kejadian. Indonesia sudah mengikuti PISA tahun 2000, 2003, 2006 dan 2009. Pada PISA 2000, dalam bidang matematika, Indonesia berada di peringkat 39 dari 41 negara, dengan skor rata-rata 367. Pada tahun 2003, 38 dari 40 negara, dengan skor rata-rata 360. Pada tahun 2006 skor rata-rata naik menjadi 391, yaitu peringkat 50 dari 57 negara, sedangkan tahun 2009 skor rata-rata turun menjadi 371 dengan peringkat 61 dari 65 negara (Balitbang, 2011).

Selain PISA, Indonesia juga menjadi peserta dalam *Trends In International Mathematics and Science Study* (TIMSS), survei penilaian internasional tentang prestasi matematika dan sains siswa SD kelas 4 dan SMP kelas VIII. Selama mengikuti TIMSS tahun 1999, 2003 dan 2007, rata-rata skor prestasi matematika siswa kelas VIII Indonesia berada signifikan di bawah rata-rata internasional, yaitu 500. Pada tahun 1999, Indonesia berada di peringkat ke 34 dari 38 negara, dengan rata-rata skor 403. Tahun 2003 berada di peringkat ke 35 dari 46 negara, dengan rata-rata skor 411, dan tahun 2007 berada di peringkat ke 36 dari 49 negara, dengan rata-rata skor 397 (Balitbang, 2011). Kemudian pada tahun 2011, Indonesia berada di peringkat ke 38 dari 45 negara, dengan rata-rata skor 386 (TIMSS, 2011:487).

Sikap siswa terhadap matematika merupakan salah satu aspek internal yang berkaitan dengan pelajaran matematika. Saat ini ada kecenderungan bahwa sikap siswa kurang positif terhadap matematika. Mereka masih menganggap bahwa matematika merupakan pelajaran yang sulit dan membosankan. Hal ini tentu mengakibatkan rendahnya hasil belajar siswa. Oleh karena itu,

diperlukan upaya untuk mengoptimalkan sikap positif siswa terhadap matematika, termasuk sikap positif siswa terhadap pembelajaran dan soal-soal kemampuan matematis tertentu. Studi tentang sikap siswa terhadap matematika dan pembelajaran matematika biasanya berkaitan erat dengan prestasi siswa dalam matematika (Turmudi, 2008:80).

Oleh karena itu, diperlukan suatu strategi pembelajaran untuk dapat meningkatkan kemampuan kelancaran berprosedur matematis. Strategi tersebut dapat membuat siswa aktif, melatih siswa berkolaborasi dan saling membantu dalam menyelesaikan masalah yang diberikan serta memberikan peluang kepada siswa untuk menemukan sendiri dan memahami materi lebih mendalam. Reys *et. al* (1998:75) mengemukakan bahwa pemecahan masalah dapat dikerjakan dengan mudah melalui diskusi pada kelompok besar, tetapi proses pemecahan masalah akan lebih praktis bila dilakukan dalam kelompok kecil yang bekerja secara bersama-sama. Hal tersebut juga ditunjang oleh pendapat Damon dan Murray (Slavin, 1995) yang menyatakan bahwa interaksi antar rekan sebaya memegang peranan penting dalam meningkatkan pemahaman suatu konsep.

Salah satu strategi pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa adalah strategi *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS). Strategi TAPPS merupakan strategi pembelajaran pemecahan masalah yang melibatkan siswa dalam bekerjasama secara berpasangan untuk memecahkan masalah. Jadi, aktivitas strategi TAPPS dilakukan dalam kelompok kecil yang heterogen.

Sikap siswa terhadap pembelajaran dengan strategi *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) dapat dipandang sebagai cerminan proses pembelajaran yang terjadi di kelas. Proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif memahami dan memecahkan masalah tersebut serta diberi kesempatan untuk berinteraksi serta berdiskusi baik dengan pasangan siswa maupun dengan guru, akan memungkinkan siswa merasa senang dan termotivasi untuk belajar.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis berpendapat bahwa sangat diperlukan adanya penelitian tentang penerapan strategi *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) untuk meningkatkan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa SMP.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Apakah kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa?
2. Apakah peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa?
3. Bagaimana sikap siswa terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS, dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis?

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan menelaah kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa.
2. Mengetahui dan menelaah peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa.
3. Mengetahui dan menelaah sikap siswa terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS, dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan masukan yang berarti bagi semua pihak, terutama bagi guru, siswa dan para peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini. Adapun manfaat dari penelitian ini secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Bagi guru: hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran di kelas untuk memberikan variasi dalam pembelajaran.

2. Bagi siswa: dapat memberi pengalaman baru bagi siswa dan mendorong siswa untuk meningkatkan kemampuan kelancaran berprosedur matematis, sehingga prestasi belajar matematikanya meningkat.

2. Studi Literatur

2.1. Kemampuan Kelancaran Berprosedur

Kelancaran berprosedur (*procedural fluency*) adalah kemahiran siswa dalam menggunakan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien dan tepat (Kilpatrick, Swafford, dan Findell, 2001:116).

Indikator untuk kemampuan kelancaran berprosedur menurut Kilpatrick, Swafford, dan Findell (2001:121) adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan prosedur.
2. Memperkirakan hasil suatu prosedur.
3. Memodifikasi atau memperbaiki prosedur.
4. Mengembangkan prosedur.

2.2. Strategi *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS)

Pada strategi TAPPS, siswa di kelas dibagi menjadi beberapa tim, setiap tim terdiri dari dua orang. Satu orang menjadi *problem solver* (PS) dan satu orang lagi menjadi *listener* (L). Ada kalanya jumlah siswa dalam satu kelas tidak genap, sehingga memungkinkan terdapat tim yang terdiri dari 3 siswa. Apabila hal tersebut terjadi, maka peran *problem solver* dan *listener* dilakukan secara bergantian. Setiap anggota tim memiliki tugas masing-masing yang mengikuti aturan yang sudah ditetapkan (Stice, 1987).

Menurut Lochhead (Hartman, 1998), pada strategi TAPPS terdapat beberapa aturan yang sudah ditetapkan. *Problem solver* (PS) membaca soal/permasalahan dan kemudian dilanjutkan dengan mengungkapkan semua hal yang terpikirkan untuk menyelesaikan masalah dalam soal tersebut. Tugas *listener* harus mencoba menjaga *problem solver* tetap berbicara.

Berikut merupakan perincian langkah-langkah pemecahan masalah yang dilakukan oleh *problem solver* dan *listener* yang dikemukakan Stice (1987).

1. Dibentuk kelompok yang terdiri dari dua atau tiga orang siswa yang berperan sebagai *problem solver* dan *listener*. Kemudian diberikan permasalahan.
2. *Problem solver* mengemukakan semua pendapat serta gagasan yang terpikirkan kemudian mengungkapkannya dengan kata-kata. Mengemukakan semua langkah yang dilakukan sebelum mulai menyelesaikan suatu masalah, misalnya apa yang akan dilakukan, kapan, mengapa dan bagaimana, mengemukakan semua pemikiran yang digunakan saat menyelesaikan masalah.
3. *Listener* membantu *problem solver* melihat apa yang harus dikerjakan. Hal ini berarti seorang *listener* harus membuat agar *problem solver* mengungkapkan apa yang *problem solver* lakukan.
4. *Listener* ikut berpikir bersama *problem solver*, mengikuti setiap langkah dan mengerti setiap langkah tersebut. Jika tidak mengerti, maka bertanya kepada *problem solver*.
5. *Listener* mengikuti dan memeriksa langkah penyelesaian masalah yang diambil *problem solver* dengan cara memeriksa langkah atau perhitungan yang dilakukan oleh *problem solver*, jika *listener* menemukan kesalahan yang dibuat oleh *problem solver*, hindarkan untuk mengoreksi, bantu *problem solver* memecahkan masalah dengan cara memberikan pertanyaan penuntun yang mengarah ke jawaban yang benar.
6. Setelah *problem solver* dapat memecahkan masalah, maka siswa bertukar posisi antara yang bertugas sebagai *problem solver* dan *listener* untuk menyelesaikan permasalahan lain.
7. Langkah 2 sampai 6 terus berulang sampai semua permasalahan dapat diselesaikan.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuasi eksperimen. Pada kuasi eksperimen ini subjek tidak dikelompokkan secara acak, tetapi peneliti menerima keadaan subjek seadanya (Ruseffendi, 2005:52). Desain penelitian yang digunakan adalah desain kelompok kontrol *non-ekivalen*. Pada desain kelompok kontrol *non-ekivalen* subjek tidak dikelompokkan secara acak (Ruseffendi, 2005:52). Desain penelitiannya berbentuk:

$$\begin{array}{ccc} O & X & O \\ \hline O & & O \end{array}$$

Keterangan:

O : Pretes dan postes (tes kemampuan kelancaran berprosedur matematis)

X : Perlakuan pembelajaran dengan strategi TAPPS.

----- : Subyek penelitian tidak dipilih secara acak.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa di salah satu SMP Negeri di Bandung semester genap Tahun Ajaran 2012/2013. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII, kemudian dipilih dua kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* karena pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2010:85).

Instrumen yang digunakan adalah instrumen tes dan non-tes. Instrumen tes berupa tes berbentuk uraian untuk mengukur kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang dipakai untuk pretes dan postes. Instrumen non-tes berupa (1) skala sikap untuk mengetahui sikap siswa terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS dan terhadap soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis; (2) lembar observasi, untuk mengetahui kegiatan guru dan siswa selama pembelajaran. Berdasarkan skor pretes dan postes dihitung peningkatan yang terjadi pada masing-masing siswa dengan menggunakan rumus gain ternormalisasi (N-Gain).

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data yang diolah dan dianalisis dalam penelitian ini meliputi skor pretes, postes dan N-Gain dari kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Skor N-Gain bertujuan untuk melihat kualitas peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa setelah dilakukan pembelajaran.

Pengolahan dan analisis data juga dilakukan pada data skala sikap siswa. Data mengenai sikap siswa diperoleh dari hasil angket yang diberikan kepada siswa di kelas eksperimen. Skala sikap tersebut untuk mengetahui dan menelaah sikap terhadap matematika, pembelajaran dengan strategi TAPPS, dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa.

Sebelum melakukan analisis data, terlebih dahulu disajikan statistik deskriptif data skor pretes, postes dan N-Gain kemampuan kelancaran berprosedur matematis. Selain itu disajikan juga rekapitulasi butir skala sikap siswa terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa.

Data statistik deskriptif hasil penelitian, disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel Statistik Deskriptif
Kemampuan Kelancaran Berprosedur Matematis dan Sikap Siswa

Aspek Kemampuan/ Sikap	Stat.	PTAPPS			PB		
		Pretes/ Pre-Skala	Postes/ Pos-Skala	N-Gain	Pretes	Postes	N-Gain
Kemampuan Kelancaran Berprosedur Matematis	$\bar{x}$	2,78	15,35	0,74	2,46	8,20	0,33
		13,9%	76,75%		12,3%	41%	
	S	1,182	3,569	0,193	1,245	3,579	0,179
Sikap Siswa terhadap Pembelajaran dengan TAPPS	$\bar{x}$	-	108,68	-	-	-	-
			72,45%				

Keterangan: n PTAPPS = 37
n PB = 35

SMI Aspek Kemampuan = 20
SMI Sikap Siswa = 150

Tabel Rekapitulasi Butir Skala Sikap

No	Sikap Siswa	Rataan Skor Butir Skala Sikap Siswa	
		Rataan	%
1	Terhadap matematika	133,67	72,25
2	Terhadap kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS	128,53	69,47
3	Terhadap soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis	134,63	72,77
Total Nilai Rataan		132,28	71,50

SMI Butir Skala Sikap = 185

Berdasarkan tabel statistik deskriptif di atas, kemampuan awal kelancaran berprosedur PTAPPS dibandingkan dengan PB tidak berbeda secara signifikan, dengan kualifikasi masing-masing kelas berada pada kategori rendah. Kemudian kemampuan awal kelancaran berprosedur PB lebih menyebar atau beragam dibandingkan dengan PTAPPS.

Setelah pembelajaran dilaksanakan, hasil postes kemampuan kelancaran berprosedur matematis antara PTAPPS dengan PB, memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Hasil postes kemampuan kelancaran berprosedur matematis PTAPPS berada pada kategori tinggi, sedangkan PB berada pada kategori rendah. Hasil N-Gain juga memperlihatkan peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis PTAPPS lebih baik daripada PB.

Berdasarkan uraian di atas, kemampuan kelancaran berprosedur matematis PTAPPS lebih baik daripada PB, dilihat dari pencapaian hasil belajar (postes) dan peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur (N-Gain). Hal tersebut perlu dibuktikan kebenarannya dengan analisis statistik.

Untuk aspek sikap siswa terhadap pembelajaran dengan TAPPS yang hanya dilaksanakan di kelas eksperimen, diperoleh rata-rata sikap siswa dengan persentase sebesar 72,45%. Dari hal tersebut terlihat bahwa sikap siswa menunjukkan sikap yang positif.

Pada tabel berikutnya, menunjukkan rata-rata butir skala sikap siswa yang dilihat berdasarkan butir pernyataan per indikator sesuai dengan sikap siswa terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS dan terhadap soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh rata-rata total butir skala sikap siswa sebesar 71,50%. Dari persentase tersebut juga dapat dilihat bahwa sikap siswa menunjukkan sikap yang positif terhadap seluruh aspek pembelajaran dengan TAPPS.

5. Simpulan, Saran dan Rekomendasi

Dari hasil penelitian ini diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS secara signifikan lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa. Kemampuan tersebut termasuk dalam kategori tinggi.
2. Peningkatan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan strategi TAPPS secara signifikan lebih baik daripada yang memperoleh pembelajaran biasa. Peningkatan tersebut termasuk dalam kategori tinggi.
3. Hasil penilaian sikap siswa, menunjukkan sikap yang positif terhadap matematika, kegiatan pembelajaran dengan strategi TAPPS, dan terhadap soal-soal kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa. Secara umum dapat dikatakan bahwa hasil penilaian sikap siswa, menunjukkan sikap yang positif terhadap keseluruhan aspek pembelajaran dengan strategi TAPPS.

Berdasarkan simpulan di atas, maka peneliti mengemukakan saran dan rekomendasi berikut ini:

1. Bagi guru matematika, pembelajaran dengan strategi TAPPS sebaiknya digunakan sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran untuk diimplementasikan dalam pembelajaran matematika di kelas, terutama untuk meningkatkan kemampuan kelancaran berprosedur matematis siswa.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan, tetapi pada jenjang kelas yang lebih tinggi atau rendah. Peneliti juga merekomendasikan agar dilakukan penelitian serupa pada jenjang pendidikan lainnya seperti SD/MI, SMA sederajat, dan perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang). (2011). *Laporan Hasil TIMSS 2007*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- _____. (2011). *Laporan Hasil PISA 2009*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hartman. (1998). *Improving Student's Problem Solving Skills*. [Online]. Tersedia: <http://www.cuny.cuny.edu/ctl/handbook/hartman.html>. [Juli 2012].
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., Lindquist, M. M., & Smith, N. L. (1998). *Helping Children Learn Mathematics* (5th ed). Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Ruseffendi, E.T. (2005). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan & Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: Tarsito.
- Slavin, R.E. (1995). *Cooperatif Learning: Theory, Research, and Practice*. Second Edition. Massachusetts: Allyn and Bacon Publishers.
- Stice, J.E. (1987). *Teaching Problem Solving*. [Online]. Tersedia: http://www.wcsi.unian.it/educa/problemsolving/stice_ps.html. [3 Februari 2012].
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarmo, U. (2002). *Alternatif Pembelajaran Matematika dalam Menerapkan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional FPMIPA UPI: Tidak diterbitkan.
- Tim KTSP. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas.
- TIMSS. (2011). *International Result in Mathematics*. [Online]. Tersedia: http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/T11_IR_M_AppendixG_Pdf. [22 Juni 2013].

KEMAMPUAN ARGUMENTASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

R. Bambang Aryan Soekisno

STKIP Siliwangi Bandung
bambang_aryan@yahoo.com

ABSTRAK

Keberhasilan logika formal tidak dapat diragukan lagi dalam argumentasi matematis, logika informal saling melengkapi dengan logika formal dalam analisis logis. Ahli logika informal mengakui matematika untuk logika formal. Argumentasi adalah sebuah proses secara rasional mengatasi setiap pertanyaan, isu-isu serta membantah dan mengatasi setiap masalah. argumen merupakan produk dari argumentasi yang terdiri dari data (*datum*), klaim (*claim*) yang didukung oleh berbagai prinsip (*warrant*), bukti dan berbagai bantahan (*rebuttal*) terhadap kontra argumen yang potensial. Dalam tulisan ini akan ditunjukkan beberapa komponen argumentasi matematis dalam logika informal. Secara khusus akan disajikan contoh penerapan tata letak Toulmin terhadap argumentasi matematis.

1. Pendahuluan

Kemampuan mengemukakan suatu alasan disertai dengan data dan dukungan teori yang memadai dari suatu masalah matematika, baik dalam bentuk lisan maupun tulisan merupakan bagian penting dari kemampuan matematis yang perlu dimiliki siswa. Sebab, seorang siswa dikatakan memahami masalah tersebut secara bermakna apabila ia dapat mengemukakan alasan, data, jaminan, alasan, idea bahkan klaim dalam masalah secara benar. Karena itu, untuk memeriksa apakah siswa telah memiliki kemampuan mengemukakan masalah matematika secara bermakna, maka dapat diestimasi melalui kemampuan siswa menyampaikan secara lisan atau menuliskan kembali idea dalam argumentasi matematis.

Kemampuan argumentasi merupakan hal yang penting dalam pendidikan matematika, perlu dilatihkan pada siswa dari mulai jenjang pendidikan dasar sampai menengah bahkan sampai perguruan tinggi. Siswa perlu dibekali kemampuan argumentasi supaya siswa mampu memecahkan masalah yang dihadapi secara kritis. Pentingnya keterampilan berpikir kritis dilatihkan kepada siswa, didukung oleh visi pendidikan matematika yang mempunyai dua arah pengembangan yaitu memenuhi kebutuhan masa kini dan masa yang akan datang (Sumarmo, 2002, 2004, 2005). Kebutuhan masa kini, pembelajaran matematika mengarah pada pemahaman konsep-konsep yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah matematis dan ilmu pengetahuan lainnya. Selanjutnya, kebutuhan masa yang akan datang atau mengarah ke masa depan, mempunyai arti lebih luas yaitu pembelajaran matematika memberikan kemampuan nalar yang logis, sistematis, kritis, dan cermat serta berpikir objektif dan terbuka yang sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari serta untuk menghadapi masa depan yang selalu berubah.

Kemudian ditegaskan pula oleh Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dan Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 1) bahwa peserta didik dari mulai sekolah dasar perlu dibekali dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif, dan kemampuan bekerja sama. Pembelajaran matematika selain menekankan penguasaan konsep, tujuan lainnya adalah melatih cara berpikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan, misalnya melalui kegiatan penyelidikan; eksplorasi; eksperimen; menunjukkan kesamaan, perbedaan, konsisten, dan inkonsistensi.

Kemampuan argumentasi merupakan kemampuan berpikir secara kritis dan logis mengenai hubungan antara konsep dan situasi. Kegunaan dari kemampuan argumentasi, yaitu untuk menjelaskan hubungan fakta, prosedur, konsep, dan metode penyelesaian yang saling terkait satu

sama lain. Salah satu harapan, adalah semakin tinggi kemampuan argumentasi matematis seseorang, semakin baik kemampuan untuk memberikan alasan dari penyelesaian jawaban.

Setiap siswa mempunyai potensi kemampuan mengemukakan argumen kritis, tetapi masalahnya bagaimana cara mengembangkan potensi tersebut melalui proses pembelajaran di kelas. Pembelajaran di kelas biasanya siswa dihadapkan dengan situasi masalah yang akan dicari penyelesaiannya. Kemampuan argumentasi akan tampak pada saat seseorang dihadapkan pada situasi masalah yang selanjutnya masalah itu akan dipecahkan. Sebelum pada tahap penyelesaian tentu diperlukan suatu proses berpikir, data apa yang diketahui, dukungan dari definisi atau teorema yang digunakan, sanggahan apa yang dapat dilakukan, sehingga sampai pada klaim. Selanjutnya, masalah itu baru dapat dicari penyelesaiannya. Dengan harapan bahwa penyelesaian yang dilakukan benar-benar terarah.

2. Kemampuan Argumentasi Matematis

Asal kata argumentasi berasal dari bahasa latin, yaitu *argumentum* yang berasal dari kata "*argue*", kemudian mendapat akhiran *mentum* yang berarti mengemukakan pendapat, mencari pengetahuan serta pembuktian (Rigotii & Moraso, 2009). Inch *et al.* (2006) mendefinisikan proses argumentasi sebagai proses yang digunakan seseorang untuk menganalisis informasi tentang suatu topik dan kemudian hasil analisisnya dikomunikasikan kepada orang lain. Seseorang yang terlibat argumentasi bertujuan untuk mencari kebenaran terhadap keyakinannya, sikapnya, dan nilai sehingga dapat mempengaruhi orang lain; dengan demikian proses argumentasi terkait dengan sistem berpikir kritis .

Argumentasi adalah proses memperkuat suatu klaim melalui analisis berpikir kritis berdasarkan dukungan dengan bukti-bukti dan alasan yang logis. Bukti-bukti ini dapat mengandung fakta atau kondisi objektif yang dapat diterima sebagai suatu kebenaran (Inch *et al.* , 2006).

Argumentasi dalam matematika sangat diperlukan, ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat menjelaskan secara logis dan memutuskan cara atau penyelesaian yang tepat untuk menyelesaikan masalahnya. Kemampuan berargumentasi erat kaitannya dengan kemampuan bernalar karena tanpa kemampuan bernalar, mahasiswa tidak dapat membangun kemampuan argumentasinya.

Argumentasi adalah kegiatan verbal, sosial, dan rasional bertujuan meyakinkan pengkritik yang wajar dari penerimaan sudut pandang seseorang dengan mengedepankan suatu konstelasi proposisi, membenarkan atau menyangkal proposisi (Eemeren dan Grootendorst, 2004).

Sejumlah aspek penting teoritis dari gagasan argumentasi secara eksplisit disebutkan dalam definisi bahwa pada prinsipnya, argumentasi adalah 1) kegiatan verbal, yang berlangsung dengan menggunakan bahasa, 2) kegiatan sosial, sebagai aturan diarahkan pada orang lain, 3) kegiatan rasional, umumnya didasarkan pada pertimbangan intelektual. 4) karakteristik lain yang penting adalah argumentasi selalu berkaitan dengan sudut pandang, untuk masalah tertentu. Pembicara atau penulis membela sudut pandang ini dengan argumentasi, untuk pendengar atau pembaca yang meragukan penerimaan tersebut atau memiliki sudut pandang yang berbeda. Argumentasi ini bertujuan untuk meyakinkan pendengar atau pembaca penerimaan sudut pandangnya.

Kemampuan argumentasi merupakan kemampuan berpikir secara logis mengenai hubungan antara konsep dan situasi. Kegunaan dari kemampuan argumentasi, yaitu untuk menjelaskan hubungan fakta, prosedur, konsep, dan metode penyelesaian yang saling terkait satu sama lain. Salah satu harapan, adalah semakin tinggi kemampuan argumentasi matematis seseorang, semakin baik kemampuan untuk memberikan alasan dari penyelesaian jawaban mahasiswa. Menurut Depdiknas (2006), indikator yang termasuk dalam kemampuan argumentasi matematis mahasiswa adalah:

1. Menarik kesimpulan logis.
2. Menganalisis situasi matematis.
3. Menyusun argumen dan menyatakan langkah yang akan digunakan.
4. Menyusun pembuktian langsung, tak langsung dan menggunakan induksi matematis.

Argumentasi, dipahami sebagai kegiatan *metacommunicative*, yang terjadi ketika keabsahan dugaan dari tindakan sehari-hari masih diragukan (Banegas, 2003). Lebih lanjut Banegas (2003) menjelaskan dalam penyelesaian matematika, pada proses pemecahan masalah, dan setelah dipahami dengan penalaran untuk mencapai suatu solusi, telah memiliki ciri argumentasi. Kadang-kadang, solusi dari masalah itu sendiri adalah sebuah argumen dan membutuhkan prosedur *metacommunicational* tambahan. Misalnya, dalam perhitungan, proses dalam memperoleh kesimpulan diikuti argumen untuk mendukung bahwa itu tepat. Namun, ketika membahas konsep argumentasi matematis, ada kecenderungan untuk mengidentifikasi dengan konsep bukti. Ini adalah anggapan yang keliru bahwa analisis argumen selalu dikaitkan dengan bukti. Tidak ada kebutuhan secara eksklusif untuk konsep argumen atau argumentasi terkait dengan logika formal, seperti yang disajikan dalam beberapa bukti matematika.

Toulmin (2003) menunjukkan, jika kesimpulan logika formal adalah satu-satunya prosedur yang sah untuk argumentasi, maka jangkauan komunikasi rasional akan sangat terbatas, dan argumentasi sebagai bentuk kemungkinan komunikasi, akan tidak relevan.

Argumen adalah sebuah pernyataan yang berisi sebuah klaim yang didukung oleh data dan dikemukakan untuk mempengaruhi seseorang, hal ini diungkapkan oleh Inch *et al.* (2006), argumen adalah satu set pernyataan, yang berisi sebuah klaim, dukungan ditawarkan untuk itu, dan ada upaya untuk mempengaruhi seseorang dalam konteks ketidaksetujuan. Adapun Khun mendefinisikan argumen sebagai sebuah pernyataan dengan disertai pembenaran. Mean and Voss menggambarkan argument sebagai pendapat dari suatu kesimpulan didukung oleh setidaknya satu alasan (Dawson & Venville, 2009).

Argumen dapat dilihat sebagai elemen dan sebagai produk dari suatu proses penalaran matematis. Seringkali sebuah tujuan dari proses penalaran adalah untuk membangun sebuah argumen. Proses penalaran ini dapat mencakup penalaran induktif, deduktif atau abductive, penggunaan intuisi, membuat dugaan dan pengujian. Faktor kognitif dan afektif juga mempengaruhi proses penalaran menurut Furinghetti & Morselli (Viholainen, 2010). Hal ini juga dapat mencakup pembangunan sub-argumen, yang dibutuhkan di bagian lain dari penalaran. Selain itu, berbagai jenis representasi dapat digunakan dalam proses penalaran matematis.

Keraf (1989) mendefinisikan argumentasi sebagai suatu bentuk retorika yang berusaha untuk mempengaruhi sikap dan pendapat orang lain, agar percaya dan bertindak sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pembicara. Melalui argumentasi penulis (pembicara) berusaha merangkai fakta-fakta sedemikian rupa, sehingga ia mampu menunjukkan apakah suatu pendapat atau suatu hal tertentu itu benar atau tidak. Pendapat Keraf ini senada dengan Inch *et al* (2006), proses pembuatan argumen ditujukan untuk membenarkan keyakinan, sikap, dan nilai-nilai, dilakukan untuk mempengaruhi orang lain.

Chang & Chiu (2008) membedakan argumentasi menjadi dua jenis yaitu argumentasi formal dan informal ditinjau dari sisi istilah dan struktur penalaran (*reasoning*). Berdasarkan istilah, argumentasi formal terdiri dari premis-premis yang baku, penambahan dan penghapusan isi premis tidak diperbolehkan. Adapun argumentasi informal mengandung fitur kognitif dan afektif, individu dapat mengubah premis berdasarkan pengetahuan dan keyakinan pribadi, informasi dari media massa, buku teks, atau pengalaman hidup, dan lain-lain.

Viholainen (2010) berpendapat, argumen formal biasanya melayani fungsi sistematisasi dan verifikasi. Sedangkan argumen informal sering melayani fungsi penjelasan. Namun, kategorisasi ini tidak mutlak, sebuah argumen formal dapat eksplanatif. Disisi lain, argumen informal dalam beberapa kasus bersifat umum dan cukup ketat sehingga cukup untuk memverifikasi pernyataan.

Berkaitan dengan argumentasi formal, Viholainen (2010) lebih lanjut menjelaskan, jika matematika dianggap sebagai sebuah sistem aksioma, fungsi penting dari argumentasi adalah untuk menghubungkan pernyataan ke sistem. Oleh karena itu, adalah penting argumen ini didasarkan pada unsur-unsur dari sistem yang ada. Dengan menerapkan model Toulmin ini, konsep argumen formal dapat didefinisikan sebagai berikut: Argumen dapat dikatakan bersifat formal, apabila *warrant* yang didasarkan pada definisi, aksioma dan teorema sebelumnya terbukti, yaitu unsur-

unsur dari sistem aksiomatik. Biasanya argumen formal ketelitian dan rinci, dan, dengan demikian, mereka menghapus semua keraguan dan ketidakpastian tentang kebenaran pernyataan. Oleh karena itu, sistematisasi dan verifikasi adalah fungsi penting dalam argumentasi.

Argumen dapat dikatakan informal, apabila *warrant/penjamin* (pada model Toulmin) didasarkan pada interpretasi konsep-konsep matematika, yang mungkin didasarkan pada visual atau ilustrasi representasi lainnya (Viholainen, 2010). Berdasarkan definisi ini, karakteristik untuk argumen informal adalah konsep matematika diinterpretasikan dengan menggunakan representasi ilustratif. Mungkin, visual representasi adalah yang paling penting dalam interpretasi konsep matematika. Selain itu, konsep-konsep matematika dapat digambarkan, misalnya, dengan menghubungkannya ke beberapa konteks fisik. Namun, efek menggambarkan representasi mungkin tergantung pada pengalaman pribadi, faktor situasional dan bidang matematika yang dihadapi.

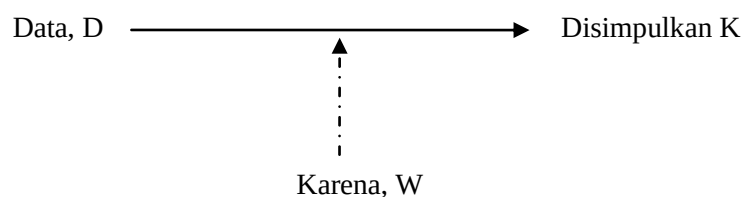
Jika mengacu pada pendapat Chang & Chiu (2008), maka pengertian argumen dan argumentasi yang dikemukakan oleh Inch, *et al.* (2006) tergolong jenis informal. Menurut Inch, *et al.* (2006), argumen memiliki tiga karakteristik, pertama yaitu suatu klaim adalah bersifat opini atau kesimpulan bahwa pembantah ingin diterima. Karakteristik yang kedua yaitu klaim didukung oleh fakta dan alasan atau kesimpulan yang terhubung antara fakta ke klaim. Dan terakhir yaitu, argumen mencoba untuk mempengaruhi seseorang dalam situasi dimana orang tersebut tidak setuju dengan yang lainnya. Tiga kriteria yaitu klaim, pendukung klaim, dan usaha mempengaruhi menjadi ciri sebuah argumen informal.

Klaim adalah sebuah opini yang dikeluarkan atau sebuah kesimpulan yang ingin diterima orang lain. Klaim terdiri dari sub-subklaim, subklaim-kedua, subklaim prinsip, dan klaim utama. Klaim utama yang disebut dengan proposisi atau resolusi. Klaim terdiri dari tiga jenis, diantaranya adalah klaim faktual, klaim nilai, dan klaim kebijakan. Klaim faktual adalah membuat inferensi tentang masa lalu, kini, atau masa datang atau hubungannya. Klaim nilai menilai kebermaknaan atau jasa sebuah ide, obyek, atau praktek berdasarkan kriteria yang disediakan. Klaim kebijakan adalah klaim untuk aksi khusus dan berfokus pada perubahan kebijakan atau perilaku yang terjadi.

Kriteria kedua dari argumen adalah dukungan yang disediakan untuk klaim baik berupa bukti (*evidence*) dan penalaran (*reasoning*) atau inferensi yang menghubungkan bukti dengan klaim. Bukti bukanlah fakta konkret yang sederhana atau tingkah laku yang terobservasi, tetapi sesuatu yang membuat audien menerima dan dapat digunakan untuk mendukung klaim yang tidak diterima.

Kriteria ketiga dari argumen adalah berusaha untuk mempengaruhi seseorang yang berada dalam ketidaksetujuan. “Berusaha untuk mempengaruhi” adalah sangat penting menentukan sukses dan tidaknya pendapat seseorang. Berdasarkan kriteria ini sebuah argumentasi akan terjadi, jika terdapat pihak yang berlawanan atau pihak yang menyanggah. Selama tidak ada pihak yang berlawanan tidak akan dihasilkan argumen (Inch *et al.*, 2006).

Ketiga karakteristik argumen yang dikemukakan oleh Inch mengarah pada model argumentasi Toulmin. Argumen ilmiah Toulmin, mengungkapkan bahwa argumen bentuk dasarnya terdiri dari tiga kategori yaitu: data (D), *warrant/penjamin* (W), kesimpulan atau konklusi (K). *Warrant* merupakan pernyataan yang membenarkan alur pemikiran dari D ke K, sebagaimana yang dikemukakan oleh Ramage (2009) bahwa kebanyakan penjamin dapat dinyatakan sebagai alasan, tapi banyak alasan yang mungkin untuk dikonversi ke penjamin, alasan juga dapat berfungsi sebagai dasar dalam suatu skema Toulmin. Skema Toulmin secara umum terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Argumentasi Toulmin (Siregar, 1998)

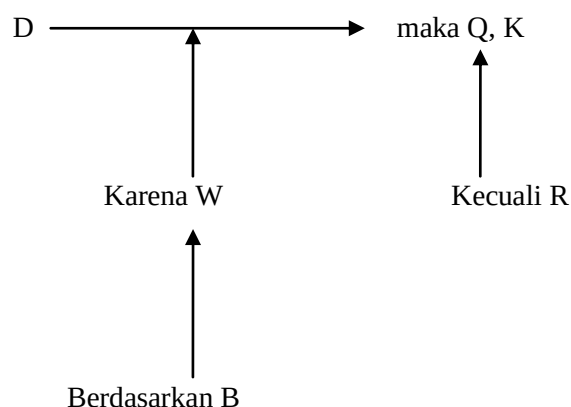
Bagi Toulmin komponen K merupakan suatu keputusan yang harus dikembangkan, dan mempunyai implikasi terhadap D dan W. Pada keadaan demikian D berfungsi sebagai ‘*situasional premises*’ dan W sebagai ‘*logical glue*’ yang menghubungkan D dengan K (Siregar, 1998). Toulmin (2003) berpendapat:

“Modal qualifiers (Q) and conditions of exception or rebuttal (R) are distinct both from data and from warrants, and need to be given separate places in our layout. Just as a warrant (W) is itself neither a datum (D) nor a claim (C), since it implies in itself something about both D and C—namely, that the step from the one to the other is legitimate; so, in turn, Q and R are themselves distinct from W, since they comment implicitly on the bearing of W on this step—qualifiers (Q) indicating the strength conferred by the warrant on this step, conditions of rebuttal (R) indicating circumstances in which the general authority of the warrant would have to be set aside. To mark these further distinctions, we may write the qualifier (Q) immediately beside the conclusion which it qualifies (C), and the exceptional conditions which might be capable of defeating or rebutting the warranted conclusion (R) immediately below the qualifier.”

Berdasarkan pernyataan Toulmin, disimpulkan bahwa suatu argumentasi dapat mengandung data, klaim, penjamin, pendukung, kualifikasi, dan sanggahan.

- Klaim adalah sebuah asumsi yang digunakan atau sebuah kesimpulan yang ingin diterima orang lain.
- Data (*datum*) adalah fakta atau pokok-pokok permasalahan yang dikemukakan untuk mendukung klaim.
- Penjamin (*warrant*) adalah penalaran yang digunakan untuk menghubungkan data dan klaim. Membuat bukti yang dikembangkan menjadi klaim dan diakui kebenarannya.
- Dukungan (*backing*) adalah fakta lebih lanjut atau penalaran yang digunakan untuk mendukung prinsip yang ada pada penjamin. dukungan yang disediakan untuk klaim baik berupa bukti (*evidence*) dan penalaran (*reasoning*) atau inferensi yang menghubungkan bukti dengan klaim.
- Sanggahan (*rebuttal*) adalah bukti atau alasan yang akan melemahkan klaim.

Gambar 3 memperlihatkan komponen argumentasi dan keterkaitannya (Toulmin, 2003).



Gambar 3. Model Lengkap Argumentasi Toulmin

Osborne (2005), telah mengembangkan kualitas argumentasi berdasarkan model argumentasi Toulmin. Kualitas argumentasi dibagi menjadi lima level, yaitu:

- **Level 1:** Klaim lawan klaim balasan atau klaim lawan klaim
- **Level 2:** Klaim dengan data, penjamin, atau pendukung, tapi tidak ada sanggahan
- **Level 3:** Rangkaian klaim atau klaim balasan dengan data, penjamin atau pendukung dengan terkadang sanggahan yang kurang bagus)
- **Level 4:** Klaim atau klaim-klaim dan klaim balasan dengan sanggahan yang jelas
- **Level 5:** Argumen secara luas dengan lebih dari satu sanggahan

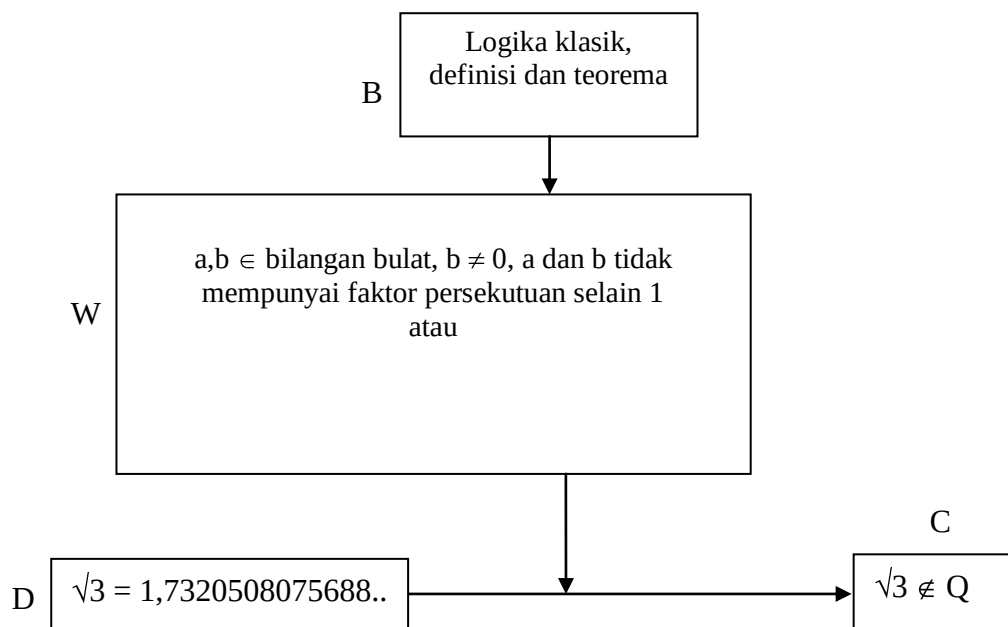
Kelengkapan komponen yang ada sebuah argumentasi menjadi sebuah indikator berpikir kritis dan berpikir tingkat tinggi. Proses argumentasi akan melibatkan seseorang pada system berpikir kritis (Inch *et al.*, 2006).

Kualitas argumentasi atau kuat lemahnya suatu klaim dalam argumentasi ditentukan oleh pemahaman suatu konsep yang didukung data/bukti, *warrant*, *backing* dan bagaimana kita mengkonstruksi komponen-komponen tersebut sehingga dapat meyakinkan. Penggunaan argumentasi dapat memperkokoh pemahaman konsep, memungkinkan siswa untuk mendapatkan ide-ide baru yang dapat memperluas pengetahuan, dan menghilangkan miskonsepsi yang dialami siswa (Cross, Hendricks, & Hickey, 2008). Dengan membangun argumentasi akan memberikan suatu pondasi yang kuat dalam memahami suatu konsep secara utuh dan benar.

Menurut Kuhn (Jonassen, 2011), sebuah argumen dapat dianggap kuat jika argumen tersebut berisi lima faktor berikut:

1. Menghasilkan teori-teori kausal untuk mendukung sejumlah klaim (*teori suportif*).
2. Menawarkan fakta untuk mendukung sejumlah teori (*bukti*).
3. Menghasilkan teori-teori alternatif (*teori alternatif*).
4. Menawarkan kontra-argumen.
5. Membantah teori-teori alternatif (*pembantahan*).

Sebagai contoh, akan dibuktikan pernyataan: buktikan bahwa $\sqrt{3}$ adalah bilangan irasional. Gambar 4 memperlihatkan sebuah cara pembuktian dengan menggunakan model argumentasi Toulmin, dengan komponen argumentasi berupa data, *warrant*, *backing* dan *claim* (level 4).



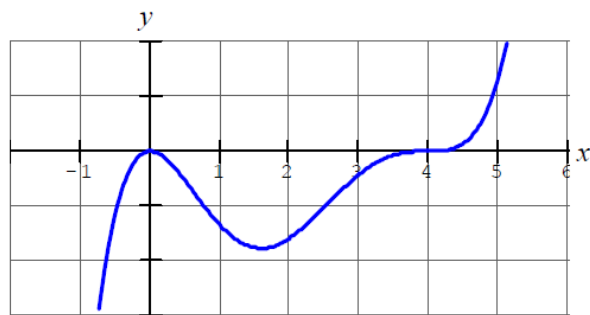
Gambar 4. Komponen argumentasi dalam pembuktian: $\sqrt{3}$ adalah bilangan irasional.

Untuk membuktikan bahwa $\sqrt{3}$ adalah bilangan irasional, dapat dimulai dari data (D) yaitu $\sqrt{3}$ merupakan bilangan desimal tidak berulang dan tidak berakhir. Hal yang menjadi alasan bahwa $\sqrt{3}$ merupakan bilangan desimal tidak berulang dan tidak berakhir merupakan bilangan irasional adalah jika bilangan desimal tidak berulang dan tidak berakhir tidak dapat dinyatakan sebagai pecahan p/q dengan $p, q \in \mathbb{Z}$ dan $q \neq 0$ (*Warrant/W*). Hal ini didukung oleh definisi bilangan rasional, definisi bilangan irasional dan teorema (*Backing/B*). Kemudian didapat klaim (*Claim/C*) bahwa $\sqrt{3}$ bilangan irasional.

Berikut ini disajikan beberapa contoh butir tes mengenai kemampuan argumentasi matematis.

Contoh 1. Butir tes mengukur kemampuan argumentasi matematis

Diberikan grafik fungsi berikut:



- Misalkan Grafik yang ditampilkan adalah grafik turunan pertama. Apakah grafik yang disediakan dapat digunakan untuk menemukan titik kritis, maksimum dan minimum lokal, maksimum dan minimum mutlak dari . Berikan alasan.
- Misalkan Grafik yang ditampilkan adalah grafik turunan kedua. Apakah grafik yang disediakan dapat digunakan untuk menemukan titik kritis, maksimum dan minimum lokal, maksimum dan minimum mutlak dari . Berikan alasan.

Contoh 2. Butir tes mengukur kemampuan argumentasi matematis

Diberikan $\lim_{x \rightarrow 4} r(x) = 13$. Apakah masing-masing kesimpulan berikut ini benar? Berikan alasan.

- $r(x)$ kontinu di $x = 4$
- $r(x)$ terdefinisi di $x = 4$
- $r(4) = 13$

Indikator kemampuan argumentasi matematis yang akan digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada model Toulmin (Inch *et al.*, 2006), seperti tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator kemampuan argumentasi matematis mahasiswa

Kemampuan Argumentasi Matematis	Indikator	Visualisasi
Level 1	Mampu menyajikan klaim (<i>claim</i>) *)	Claim
Level 2	Mampu menyajikan data dan klaim (<i>claim</i>)	Data → Claim
Level 3	Mampu menyajikan data, klaim (<i>claim</i>), penjamin (<i>warrant</i>)	Data ↑ Claim Warrant
Level 4	Mampu menyajikan data, klaim (<i>claim</i>), penjamin (<i>warrant</i>), pendukung (<i>backing</i>)	Data ↑ Claim Warrant ↑ Backing

Level 5	Mampu menyajikan data, klaim (<i>claim</i>), penjamin (<i>warrant</i>), pendukung (<i>backing</i>), kualifikasi (<i>qualifier</i>) dan sanggahan (<i>rebuttal</i>)	

*) Kualitas kemampuan argumentasi matematis akan diadaptasi dari rubrik

Kualitas argumen dapat dinilai dengan menggunakan rubrik, yang berfokus pada klaim (*claims*), penjamin (*warrants*), dukungan (*backing*) atau alat bukti (*evidence*), dan penyanggah (*rebuttals*). Penilaian komponen argumen ini berdasarkan model Toulmin yang diadaptasi dari Cho dan Jonassen (Jonassen, 2002), seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Rubrik penilaian kemampuan argumentasi matematis mahasiswa

Komponen Argumen	Skor			
	1	2	3	4
Klaim (<i>Claim</i>)	Klaim tidak berhubungan dengan proposisi atau pernyataan tidak jelas	Klaim berhubungan dengan proposisi tetapi pernyataan tidak spesifik atau pernyataan kurang jelas	Klaim berhubungan dengan proposisi tetapi pernyataan tegas namun tidak lengkap	Klaim berhubungan dengan proposisi dengan jelas dan lengkap
Data	Data tidak mendukung atau data tidak berhubungan dengan klaim	Data atau bukti lemah atau tidak akurat atau tidak lengkap	Data relevan tetapi tidak lengkap	Data lengkap, akurat, dan berhubungan dengan klaim
Penjamin (<i>Warrant</i>)	Tidak menyertakan pola/aturan atau prinsip-prinsip	Pola/aturan atau prinsip yang disajikan tidak valid	Penjelasan tidak secara spesifik berkaitan dengan klaim	Secara jelas tergambar data-data yang disajikan dengan beragam cara berkaitan dengan klaim
Pendukung (<i>Backing</i>)	Tidak memberikan pendukung bagi penjamin	Menyediakan pendukung yang tidak relevan atau tidak tepat bagi penjamin	Menyediakan pendukung yang relevan dan tepat tetapi sumber bersifat tidak spesifik	Menyediakan pendukung yang relevan dan tepat dengan sumber yang spesifik bagi penjamin
Penyanggah (<i>Rebuttal</i>)	Tidak menyajikan kendala dari solusi	Menyajikan kendala, tetapi tidak luas	Menyajikan kendala yang luas tetapi tidak mencukupi	Menyajikan kendala yang lengkap dan sistematis

Sumber: Jonassen, (2004, 180-181)

Demikian sekelumit gambaran kemampuan argumentasi matematis dalam pembelajaran matematika yang dapat di munculkan pada siswa. Semoga bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional Pendidikan (2006). *Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Matematika SMA/MA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Chang, S.N. & Chiu, M.H. (2008). Lactos's Scientific Research: Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Sosio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 30 (17) pp.1753-1773
- Depdiknas. (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Standar Kompetensi SMP dan MTs*. Jakarta: Depdiknas
- Eemeren dan Grootendorst. (2004) A Systematic Theory of Argumentation. *The pragma-dialectical approach*. New York : Cambridge University Press.
- Inch, E.S., Warnick, B., & Endres, D. (2006). *Critical Thinking and Communication: The Use of Reason in Argument*. Boston: Pearson Education Inc.
- Jonassen, D.H. (2004). *Learning to Solve Problem: An instructional guide design*. San Fransisco: Pfeiffer. pg. 180-181
- Jonassen, D.H. (2011). *Learning to Solve Problem: An instructional guide design*. San Fransisco: Pfeiffer
- Keraf Gorys. (1989). *Argumentasi dan Narasi*. Jakarta: PT Gramedia.
- Osborne, J. (2005). The Role of argument in Science Education. K. Boesma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijkelhof [Eds]. *Research and Quality of Science Education*. Dordrecht, Nederlands: Spinger
- Ramage, J. *et.al.* (2009). *Argument in Composition*. Indiana: Parlor Press
- Rigotti, E., & Greco Morasso, S. (2009). *Argumentation as an Object of Interest and as a Social and Cultural Resource, Argumentation and Education*. Dalam N. Muller Mirza & A.-N. Perret-Clermont (Eds), New York: Springer US.
- Siregar, N. (1998). *Penelitian Kelas; teori, metodologi dan analisis*. Bandung: IKIP Bandung Press
- Sumarmo, U. (2002). *Alternatif Pembelajaran Matematika dalam Menerapkan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Makalah pada Seminar Tingkat Nasional FPMIPA UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U. (2004). *Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa, dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik*. Makalah Disajikan pada Seminar Pendidikan Matematika di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Yogyakarta Tanggal 8 Juli 2004: tidak diterbitkan.
- Sumarmo, U., *et al.* (2005). *Pengembangan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa SLTP dan SMU Serta Mahasiswa Strata Satu (S1) Melalui Berbagai Pendekatan Pembelajaran*. Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana Tahun Ketiga: tidak diterbitkan.
- Toulmin, S.E. (2003). *The Uses of Argument*. New York: Cambridge University Press
- Viholainen, A. (2010). *The view of mathematics and argumentation*. Umea: Umeå Mathematics Education Research Center.

KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOMUNIKASI MATEMATIS MAHASISWA DALAM MATERI ANALISIS REGRESI LINIER

Georgina Maria Tinungki

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Hasanuddin
ina_matematika@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi strategi perkuliahan dalam materi Analisis Regresi Linier berbasis masalah dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Apabila seorang mahasiswa diperhadapkan suatu masalah matematika, namun mahasiswa tersebut langsung tahu cara menyelesaikannya dengan benar, maka masalah yang diberikan tidak dapat digolongkan pada kategori soal pemecahan masalah. Pemecahan masalah mencakup proses berpikir tingkat tinggi seperti proses visualisasi, asosiasi, abstraksi, manipulasi, penalaran, analisis, sintesis, dan generalisasi yang masing-masing perlu dikelola secara terkoordinasi. Selain pemecahan masalah komunikasi dalam matematika sangat penting dalam memahami kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasi dan mengekspresikan pemahamannya tentang konsep dan proses matematika yang mereka pelajari. Di dalam proses pembelajaran matematika di kelas, komunikasi gagasan matematika bisa berlangsung antara guru dengan siswa, dosen dengan mahasiswa, antara buku dengan siswa, dan antara mahasiswa dengan mahasiswa.

Analisis Regresi Linier merupakan salah satu materi dalam mata kuliah Analisis Regresi pada program studi statistika, yang berbasis masalah dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa. Analisis regresi linier digunakan untuk memahami variabel bebas mana saja yang berhubungan dengan variabel terikat, dan untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut. Analisis regresi menggambarkan sekumpulan teknik statistika yang menjadi dasar pengambilan kesimpulan (inferensia) tentang hubungan antar peubah-peubah yang terukur.

Kata Kunci : Pemecahan Masalah Matematis , Komunikasi Matematis, Analisis Regressi Linier Sederhana

1. Pendahuluan

Kemampuan adalah kecakapan atau potensi menguasai suatu keahlian yang merupakan bawaan sejak lahir atau merupakan hasil latihan maupun praktek dan digunakan untuk mengerjakan sesuatu yang diwujudkan melalui tindakannya. Sedangkan, pemecahan masalah merupakan kegiatan menyelesaikan soal cerita, menyelesaikan soal yang tidak rutin, mengaplikasikan matematika dalam kehidupan sehari-hari atau keadaan lain, dan membuktikan atau menciptakan maupun menguji konjektur. Kemampuan pemecahan masalah matematika adalah kecakapan atau potensi yang dimiliki seseorang atau siswa dalam menyelesaikan soal cerita, menyelesaikan soal yang tidak rutin, mengaplikasikan matematika dalam kehidupan sehari-hari atau keadaan lain, dan membuktikan, menciptakan atau menguji konjektur.

Pemecahan masalah sebagai salah satu aspek kemampuan berpikir tingkat tinggi. Polya menyatakan bahwa pemecahan masalah merupakan suatu tingkat aktivitas intelektual yang sangat tinggi. Pemecahan masalah adalah suatu aktivitas intelektual untuk mencari penyelesaian masalah yang dihadapi dengan menggunakan bekal pengetahuan yang sudah dimiliki. Pendapat tersebut didukung oleh pernyataan Branca (dalam Utari, 1994:8), dan dalam Nida dan Fitri (2008:1) kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan umum dalam pembelajaran matematika, bahkan sebagai jantungnya matematika, artinya kemampuan pemecahan masalah merupakan

kemampuan dasar dalam matematika. Lebih jauh, dengan membiasakan siswa untuk menyelesaikan masalah, menurut Cooney (dalam Hudoyo, 1979:161), memungkinkan siswa itu menjadi lebih analitis dalam mengambil keputusan dalam kehidupannya. Berkenaan dengan apa yang didapatkan siswa dari melakukan suatu pemecahan masalah.

2. Pemecahan Masalah dan Komunikasi Matematis

Pemecahan masalah dianggap merupakan standar kemampuan yang harus dimiliki para siswa setelah menyelesaikan suatu pembelajaran. Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan yang merupakan target pembelajaran matematika yang sangat berguna bagi siswa dalam kehidupannya. Dalam pembelajaran matematika, guru sangat dianjurkan untuk menerapkan model-model pembelajaran pemecahan masalah. Menurut Wahab (2007:94) model pembelajaran pemecahan masalah adalah strategi yang dapat mendorong dan menumbuhkan kemampuan anak dalam menemukan dan mengolah informasi.

Martinis Yamin (2008:85) menyatakan strategi atau model pembelajaran pemecahan masalah adalah strategi yang merangsang berfikir dan menggunakan wawasan tanpa melihat kualitas pendapat yang disampaikan siswa. Guru disarankan melihat jalan pikiran yang disampaikan siswa, pendapat siswa, serta memotivasi siswa untuk mengeluarkan pendapat mereka dan guru tidak boleh tidak menghargai pendapat siswa sekalipun pendapat siswa tersebut salah menurut guru. Selanjutnya Rusman (2010:235) menyatakan pemecahan masalah yang efektif dalam setting dunia nyata melibatkan penggunaan proses kognitif, meliputi perencanaan penuh untuk berpikir, berpikir secara menyeluruh, berpikir secara sistematis, berpikir analitis berpikir, analogis dan berpikir sistem.

Pemecahan masalah dapat dilaksanakan apabila siswa telah berada pada tingkat yang lebih tinggi dengan prestasi yang tinggi pula, tetapi strategi atau model pembelajaran ini harus diwaspadai karena akan menyebabkan frustrasi bagi siswa lantaran masing-masing mereka belum dapat menemukan solusinya dari proses yang kita lakukan. Akan tetapi guru dapat menggambarkan bahwa yang diminta adalah buah pikiran dengan alasan-alasan rasional.

Menurut Syaiful Bahri Djamarah (205:103), pemecahan masalah adalah strategi yang dapat mengembangkan kemampuan berfikir siswa dan penggunaannya dapat dilakukan bersama model pembelajaran lain. Biasanya guru memberikan persoalan yang sesuai dengan topik yang mau diajarkan dan siswa diminta untuk memecahkan permasalahan itu. Hal ini dapat dilakukan dalam kelompok maupun individu dan guru sebaiknya meminta siswa mengungkapkan bagaimana cara mereka memecahkan persoalan tersebut bukan hanya melihat hasil akhirnya.

Model pemecahan masalah dapat juga membantu mengatasi salah pengertian. Siswa mengerjakan beberapa soal yang telah disiapkan guru. Dari pekerjaan itu, dapat dilihat apakah gagasan siswa benar atau tidak. Dengan memecahkan persoalan, siswa dilatih untuk mengkoordinasikan pengertian mereka dan kemampuan mereka. Sebaiknya siswa diberi waktu untuk menjelaskan pemecahan soal mereka di depan kelas dan teman-teman lainnya.

S. Nasution (2008:170) menyatakan pemecahan masalah dapat dipandang sebagai proses di mana siswa menemukan kombinasi aturan-aturan yang telah dipelajarinya terlebih dahulu yang digunakannya untuk memecahkan masalah, tidak sekedar aturan-aturan yang diketahui, akan tetapi juga menghasilkan pelajaran baru.

Langkah-langkah yang diikuti dalam pemecahan masalah yakni :

- a. Mahasiswa dihadapkan dengan masalah
- b. Mahasiswa merumuskan masalah tersebut
- c. Mahasiswa merumuskan hipotesis
- d. Mahasiswa menguji hipotesis

Wina Sanjaya (2009: 214) menyatakan masalah diartikan sebagai rangkaian aktivitas pembelajaran yang menekankan kepada proses penyelesaian masalah yang dihadapi secara ilmiah. Terdapat 3 ciri utama yakni: pertama, dalam mengimplementasikan ada sejumlah kegiatan yang harus dilakukan

siswa. Siswa aktif berpikir, berkomunikasi, mencari dan mengolah data dan akhirnya menyimpulkan. Kedua, aktivitas pembelajaran diarahkan untuk menyelesaikan masalah. Ketiga pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan pendekatan berpikir secara ilmiah.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pemecahan masalah dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berfikir dan meningkatkan wawasan siswa dalam mengolah dan memberikan informasi.

Hudoyo (1929:165) mengatakan bahwa pemecahan masalah merupakan suatu hal yang esensial dalam pembelajaran matematika sebab:

- a. Mahasiswa menjadi terampil menyeleksi informasi yang relevan, kemudian menganalisisnya dan akhirnya meneliti hasilnya
- b. Kepuasan intelektual akan timbul dari dalam, merupakan masalah intrinsik bagi mahasiswa.
- c. Potensi intelektual mahasiswa meningkat.
- d. Mahasiswa belajar bagaimana melakukan penemuan dengan melalui proses melakukan penemuan.

Menurut Jhon (2008:5), indikator pemecahan masalah adalah sebagai berikut:

- a. Membangun pengetahuan matematika melalui pemecahan masalah.
- b. Menyelesaikan soal yang muncul dalam matematika.
- c. Menerapkan dan menyesuaikan berbagai macam strategi yang cocok untuk memecahkan soal.
- d. Mengamati dan mengembangkan proses pemecahan masalah matematika.

Beberapa indikator pemecahan masalah dapat diperhatikan dari paparan Sumarmo (2003), adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan.
- b. Merumuskan masalah matematika atau menyusun model matematika.
- c. Menetapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah (sejenis dan masalah baru) dalam atau di luar matematika.
- d. Menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal.
- e. Menggunakan matematika secara bermakna.

”Proses komunikasi adalah proses yang memungkinkan seseorang (komunikator) menyampaikan rangsangan (biasanya lambang – lambang verbal) untuk mengubah perilaku orang lain (komunikan)”. Gerald R Miller (2003) mengemukakan pula bahwa, “Komunikasi terjadi ketika suatu sumber menyampaikan suatu pesan kepada penerima dengan niat yang di sadari untuk mempengaruhi perilaku penerima. Kemampuan komunikasi matematis berkenaan dengan kemampuan mahasiswa untuk mengkomunikasikan ide matematik kepada orang lain, dalam bentuk lisan, tulisan, atau diagram sehingga orang lain memahaminya. Indikator kemampuan komunikasi matematik adalah : menyatakan situasi-gambar-diagram ke dalam bahasa, simbol, idea, model matematika; menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematik secara lisan atau tulisan; mendengarkan, berdiskusi presentasi, menulis matematika; membaca representasi matematik; dan mengungkapkan kembali suatu uraian matematik dengan bahasa sendiri.

3. Analisis Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi linier sederhana dalam statistika adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel(-variabel) yang lain. Variabel "penyebab" disebut dengan bermacam-macam istilah: *variabel penjelas*, *variabel eksplanatorik*, *variabel independen*, atau secara bebas, *variabel X* (karena seringkali digambarkan dalam grafik sebagai absis, atau sumbu X). Variabel terkena akibat dikenal sebagai *variabel yang dipengaruhi*, *variabel dependen*, *variabel terikat*, atau *variabel Y*. Kedua variabel ini dapat merupakan variabel acak (random), namun variabel yang dipengaruhi harus selalu variabel acak. Analisis regresi adalah salah satu analisis yang paling populer dan luas pemakaiannya. Analisis regresi digunakan untuk memahami variabel bebas mana saja yang berhubungan dengan variabel terikat, dan untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut. Analisis regresi menggambarkan sekumpulan teknik

statistika yang menjadi dasar pengambilan kesimpulan (inferensia) tentang hubungan antar peubah-peubah yang terukur. Pertanyaan yang ingin dikaji dalam permasalahan regresi adalah seberapa besar satu atau lebih peubah mampu mempengaruhi suatu peubah tertentu. Peubah tertentu yang dijelaskan oleh peubah-peubah lain tersebut disebut peubah respon (peubah tak bebas atau dependen). Sedangkan peubah-peubah yang menjelaskan peubah respon disebut **peubah penjelas** (peubah bebas atau independen). Dengan kata lain analisis regresi adalah analisis yang menggambarkan hubungan antara satu atau lebih peubah penjelas dengan peubah respon. Membangun suatu model regresi sangat tergantung pada tujuannya dan seringkali tujuan tersebut tumpang tindih (*overlap*). Ada 4 kategori tujuan mengapa analisis regresi perlu dilakukan pada data, yaitu untuk prediksi, pemilihan peubah (**variable**), spesifikasi model **dan** pendugaan parameter.

Untuk mencari penaksir terbaik untuk parameter regresi β_0 dan β_1 , kita gunakan metode Kuadrat terkecil. Misalkan kita punya himpunan pasangan data $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$. Untuk setiap observasi/pengamatan (X_i, Y_i) metode LS menyatakan bahwa deviasi/galat antara setiap Y_i dengan nilai harapannya (*expected value*) adalah $\varepsilon_i = Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_i)$.

Jika masing-masing dari n deviasi di kuadratkan kemudian dijumlahkan, diperoleh *Jumlah kuadrat error* (SSE : Error Sum of Squares / Residual Sum of Squares) sebagai berikut :

$$Q(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2 \quad (1)$$

yang sering disebut criteria LS

Metode Kuadrat terkecil bekerja meminimumkan kriteria Q dengan cara menurunkan secara parsial terhadap parameter-parameter β_0 dan β_1 , kemudian menyamakan dengan nol.

Perhatikan bahwa X_i dan Y_i adalah bilangan yang berasal dari hasil pengamatan, sedangkan β_0 dan β_1 berubah-ubah bila garis regresinya berubah, jadi β_0 dan β_1 berperan sebagai variabel bebas dalam fungsi dua peubah $Q(\beta_0, \beta_1)$.

Langkah 1, turunkan fungsi Q secara parsial terhadap β_0 dan β_1 , diperoleh

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_0} = -2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i) \quad (2a)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_1} = -2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i) X_i \quad (2b)$$

Langkah 2, Gunakan syarat ekstrim fungsi dua peubah:

Substitusi b_0 untuk β_0 dan b_1 untuk β_1 pada persamaan (2a) dan (2b), kemudian disamakan dengan nol, menjadi :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_i) &= 0 \\ \Leftrightarrow nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_i &= \sum_{i=1}^n Y_i \end{aligned} \quad (3)$$

dan

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n (x_i y_i - b_0 x_i - b_1 x_i^2) &= 0 \\ \Leftrightarrow b_0 \sum_{i=1}^n X_i + b_1 \sum_{i=1}^n X_i^2 &= \sum_{i=1}^n X_i Y_i \end{aligned} \quad (4)$$

Persamaan (3) dan (4) disebut sebagai **persamaan normal**

Langkah 3, Menyelesaikan persamaan normal secara simultan, sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Dari (4), } \sum_{i=1}^n X_i Y_i - b_0 \sum_{i=1}^n X_i - b_1 \sum_{i=1}^n X_i^2 &= 0 \\ \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\frac{1}{n} \sum Y_i - b_1 \frac{1}{n} \sum X_i \right) \sum X_i - b_1 \sum_{i=1}^n X_i^2 &= 0 \\ \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum Y_i)(\sum X_i)/n - b_1 \{ \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum X_i)^2/n \} &= 0 \end{aligned}$$

diperoleh

$$b_1 = \frac{\sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)/n}{\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2/n} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (5)$$

Rumus (5) dengan mudah disederhanakan menjadi

$$b_1 = \frac{\sum X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_i^2 - n(\bar{X})^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum X_i Y_i - \bar{X} \sum Y_i - \bar{Y} \sum X_i + n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_i^2 - 2 \bar{X} \sum X_i + n(\bar{X})^2} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \quad (6)$$

Rumus terakhir (6) lebih simpel dan mudah diingat, akan tetapi untuk tujuan perhitungan lebih baik menggunakan rumus (5) karena lebih sedikit menggunakan pembulatan sehingga hasilnya lebih teliti.

Dengan cara serupa, dari (3)

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n Y_i \Leftrightarrow b_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - b_1 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ \Leftrightarrow b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \quad (7)$$

Sehingga diperoleh penduga/penaksir regresi adalah :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X \quad (8)$$

Dalam perhitungan, terlebih dahulu dihitung nilai b_1 baru dimasukkan pada persamaan (3) untuk mendapatkan nilai b_0

Untuk menjamin fungsi Q minimum, periksa turunan parsial kedua adalah positif.

4. Aplikasi Pemecahan Masalah dalam Materi Analisis Regresi Linier

Model regresi linear Y pada satu peubah X disebut sebagai **regresi linear sederhana**. Secara umum, model regresi sederhana tersebut adalah $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, dimana model regresi pada dasarnya adalah jumlahan dari dua komponen, yaitu komponen tetap ($\beta_0 + \beta_1 X_i$) dan komponen acak ϵ_i . Sehingga keragaman total pada respon merupakan jumlahan dari keragaman yang dapat diterangkan oleh model regresi dan keragaman yang tidak mampu dijelaskan oleh model. Untuk mendapatkan penduga yang baik bagi parameter regresi β_0 dan β_1 , maka akan diterapkan penggunaan **Metode Kuadrat Terkecil (MKT)** atau kadang disebut juga **Ordinary Least Square (OLS)**.

Memahami Masalah

Pada model regresi linear sederhana misalkan Nilai b_0 dan b_1 merupakan dugaan bagi parameter β_0 dan β_1 . Untuk menguji hipotesis apakah intersep (dinotasikan dengan β_0) bernilai tertentu (misalnya k) dapat diuji dengan menggunakan statistik uji *t-student*, dimana hipotesisnya dapat ditulis dalam $H_0 : \beta_0 = k$ lawan alternatifnya $H_0 : \beta_0 \neq k$. Juga dapat ditentukan selang kepercayaan $(1-\alpha)100\%$ bagi parameter β_0 untuk melihat kisaran nilai intersep yang dapat diyakini dengan tingkat keyakinan sebesar $(1-\alpha)100\%$.

Merencanakan Penyelesaian Masalah

Untuk melihat apakah peubah X berpengaruh terhadap peubah Y juga dapat diuji dengan menggunakan uji *t-student*, dengan hipotesis $H_0 : \beta_1 = h$ (dengan alternatif $H_0 : \beta_1 \neq h$) dengan selang kepercayaan $(1-\alpha)100\%$ bagi β_1 .

Menyelesaikan Masalah

Keterandalan dari model yang diperoleh dapat dilihat dari kemampuan model menerangkan keragaman nilai peubah Y . Upkuran ini sering disebut dengan **koefisien determinasi** yang dilambangkan dengan R^2 . Semakin besar nilai R^2 berarti model semakin mampu menerangkan perilaku peubah Y . Kisaran dari nilai R^2 mulai dari 0% sampai 100%.

Melakukan Pemekrisaan Kembali

Persamaan $\hat{y} = b_0 + b_1 X$ dapat digunakan untuk menduga μ_y dari beberapa nilai y pada nilai x tertentu dan dapat pula digunakan untuk menduga nilai tunggal y_0 bila $x = x_0$. Untuk penduga nilai tunggal Y pada $x = x_0$ yang merupakan amatan yang baru, diperlukan ketelitian yang lebih besar

dibandingkan pendugaan nilai tengah Y pada $\bar{x} = x_0$, sehingga selang kepercayaan yang dihasilkan akan lebih lebar.

5. Kesimpulan

Untuk dapat meningkatkan aktivitas dan kreativitas belajar mahasiswa dalam materi Analisis Regresi, maka diperlukan pembelajaran pemecahan masalah dan komunikasi matematis. Karena dengan pembelajaran pemecahan masalah dan komunikasi matematis aktivitas dan kreativitas belajar mahasiswa dapat terlihat dari proses pembelajaran yang memang mensyaratkan mereka untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan berfikir kreatif dalam memecahkan masalah yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, G & Margaret, W. (2009). Characteristics of Effective Teaching of Mathematics: A View from the West, *Journal of Mathematics Education* Vol. 2, No. 2 Massey University, New Zealand
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktek*. Edisi Revisi V. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2010). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara Jakarta
- Brin Best and Will Thomas *The Creative Teaching & Learning Resource Book*
- Baroody, A.J. 1993. Problem Solving, Reasoning, and Communicating .New York: Macmillan Publishing.
- Bandura, A. (1997). *Self- Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company
- Draper, N. & Smith, H. 1981. *Applied Regression Analysis*, Second Edition. John Wiley & Sons
- Hudojo, 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang
- Hudojo & Herman. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang
- Kadir (2010). *Penerapan Pembelajaran Kontekstual Berbasis Potensi Pesisir sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik, Komunikasi Matematik, dan Keterampilan Sosial Siswa SMP*. Disertasi pada SPS UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2012). *Pengembangan Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemendikbud
- Myers, R.H. 1998. *Classical and Modern Regression with Application*. 2nd ed. PWS-KENT. Boston.
- Neter *et al.* 1999. *Applied Linear Statistical Models*. Irwin. Homewood.
- Pindyck, R.S. & Rubinfeld, D.L. 1998. *Econometric Models and Economic Forecast*. 4th ed. Irwin McGraw-Hill.
- Rawling *et al.* 1998. *Applied Modern Regression*. John Wiley & Sons. New York.
- Ryan, T.P. 1997. *Modern Hudojo & Herman. 2001. Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang
- Regression Methods*. John Wiley & Sons. New York.

PENERAPAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK SECARA BERKELOMPOK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMP

Nelly Fitriani

Jurusan Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi Bandung
Nhe.fitriani@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dan menelaah peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP setelah mendapatkan pembelajaran dengan pendekatan PMR secara Berkelompok. Jenis penelitian ini merupakan kuasi eksperimen dengan desain kelompok kontrol non ekuivalen. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan pendekatan PMR secara Berkelompok dan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII pada salah satu SMP Negeri di Ngamprah. Adapun yang di jadikan sampel dalam penelitian ini di pilih sebanyak 2 kelas dari delapan kelas yang ada. Kedua kelas diberikan pretes, kemudian pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PMR secara Berkelompok diberikan pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol serta postes. Data penelitian diperoleh melalui pemberian tes kemampuan pemecahan masalah matematis. Pengolahan data peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis menggunakan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PMR secara Berkelompok lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Kata Kunci: Pemecahan Masalah Matematis, Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik, Belajar Kelompok.

1. Pendahuluan

Matematika merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Aktivitas matematika seperti *problem solving* dan *looking for problems* (Gravemeijer, 1994: 82) merupakan bagian dari aktivitas manusia, yang mana selanjutnya digunakan oleh manusia untuk membantu mereka dalam memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, semua manusia perlu mempelajari matematika. Demikian pula dengan siswa, mereka perlu mempelajari dan menguasai matematika, agar mereka dapat memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Pemecahan masalah matematis menjadi fokus utama dalam pembelajaran matematika, sehingga siswa harus difasilitasi dalam pembelajarannya agar kemampuan tersebut menjadi lebih baik. Hal ini dikuatkan oleh *The National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) (Schoenfeld, 1992: 3) bahwa tujuan utama pembelajaran matematika adalah pemecahan masalah. NCTM juga menegaskan bahwa pemecahan masalah bukan hanya sekedar tujuan dari belajar matematika, tetapi juga merupakan alat utama untuk melakukannya. Mengingat pentingnya peran pemecahan masalah, hal ini menjadi fokus utama dalam pembelajaran matematika di beberapa Negara seperti Amerika Serikat, Singapura, dan Jepang (Sugiman & Kusumah, 2010: 41). Begitu pula di Indonesia, namun hal ini tentu saja sudah disesuaikan dengan kondisi yang ada di Negara kita.

Pemerintah Indonesia juga memandang penting pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika, hal ini seperti tertuang dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), bahwa

tujuan dari pembelajaran matematika berorientasi kepada kemampuan pemecahan masalah matematika.

Meskipun secara formal Indonesia telah menempatkan kemampuan pemecahan masalah matematis sebagai salah satu tujuan utama pembelajaran matematika, akan tetapi berdasarkan tes yang telah diselenggarakan oleh *Programme for International Student Assessment* (PISA), prestasi yang dicapai oleh siswa Indonesia belum memuaskan (Balitbang-Depdiknas, 2007). Sebanyak 49,7% siswa berada pada level terendah untuk kemampuan pemecahan masalah matematis. Senada dengan hasil penelitian di tersebut, hasil penemuan Sumarmo (Rohaeti, 2009: 3) juga menyatakan bahwa keterampilan siswa SMA maupun SMP di Jawa Barat dalam menyelesaikan masalah matematis masih tergolong rendah. Kondisi semacam ini perlu segera diatasi dengan mencari model pembelajaran yang sesuai.

Dalam Pendidikan Matematika Realistik (PMR) masalah-masalah yang bersifat kontekstual atau realistik dijadikan sebagai titik awal dalam pembelajaran, yang kemudian dimanfaatkan oleh siswa dalam melakukan proses matematisasi dan pengembangan model matematika. Masalah kontekstual dipilih yang mempunyai berbagai kemungkinan solusi. Perbedaan penyelesaian atau prosedur peserta didik dalam memecahkan masalah dapat digunakan sebagai langkah dalam proses pematematikaan baik horisontal maupun vertikal. Pada prinsip ini siswa diberikan kesempatan untuk menunjukkan kemampuannya dalam memecahkan masalah matematis. Dengan demikian PMR memungkinkan digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian adalah : Apakah peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan pendekatan PMR secara berkelompok lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika secara konvensional?. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menelaah peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan pendekatan PMR secara berkelompok dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika secara konvensional

Pendidikan Matematika Realistik

Bentuk dari RME dikembangkan oleh Freudenthal pada tahun 1977. Ide utama dari pendekatan ini adalah siswa harus diberi kesempatan untuk menemukan kembali (*re-invention*) ide dan konsep matematika melalui penjelajahan berbagai situasi dan persoalan dunia nyata (*real world*) dengan bimbingan orang dewasa dan secara bertahap berkembang menuju pemahaman matematika. Hal ini mengingat matematika merupakan aktivitas insani (*mathematics as human activity*).

Gravemeijer (1994: 90) mengemukakan bahwa berdasarkan pandangan matematika sebagai aktivitas manusia, dikembangkan empat prinsip dasar PMR, yakni:

1. *Guided reinvention and Progressive Mathematization* (penemuan terbimbing dan bermatematika secara progresif)
2. *Didactical phenomenology* (fenomena didaktik)
3. *Self-developed Model* (pengembangan model mandiri)

Tiga prinsip PMR tersebut merupakan panduan dalam penyusunan bahan ajar berbasis PMR. Agar lebih mudah diimplementasikan di kelas ketiga prinsip tersebut dijabarkan menjadi lima karakteristik PMR yang meliputi: (1) *The use of context* (menggunakan masalah situasi nyata), (2) *The use of models* (menggunakan model-model), (3) *Student contributions* (kontribusi siswa), (4) *Interactivity* (interaktivitas), (5) *Intertwining* (keterkaitan) (Turmudi, 2003; Saragih, 2007).

Pemecahan Masalah Matematis

Bell (Sugiman & Kusumah, 2010: 44) mendefinisikan pemecahan masalah seperti berikut: "*Mathematical problem solving is the resolution of a situation in mathematics which is regarded as a problem by the person who resolves it*". Dengan demikian suatu situasi merupakan masalah bagi seseorang jika ia menyadari adanya persoalan dalam situasi tersebut, mengetahui bahwa persoalan

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Tahap persiapan (Melakukan observasi ke sekolah yang akan dijadikan tempat penelitian, Menyusun dan menetapkan pokok bahasan yang digunakan untuk penelitian, Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Menyusun instrumen penelitian, Melakukan uji coba instrumen penelitian, Memilih sampel sebanyak dua kelas yaitu kelas yang dijadikan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol).
- b) Tahap pelaksanaan (Melakukan pretes untuk kemampuan pemecahan masalah pada kedua kelas; Melakukan pembelajaran dimana kedua kelas mendapatkan jam pelajaran, materi pelajaran, dan pengajar yang sama, yang berbeda yaitu dalam hal penggunaan pendekatan pembelajaran, pada kelas eksperimen menggunakan pendekatan PMR, sedangkan pada kelas kontrol menggunakan metode konvensional, hanya pada kedua kelas sama-sama dikelompokkan ketika pembelajaran berlangsung; Melaksanakan observasi pada kelas eksperimen; Melaksanakan postes untuk kemampuan pemecahan masalah pada kedua kelas; Mengolah data hasil eksperimen; Membuat penafsiran dan kesimpulan hasil penelitian).

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis dalam penelitian ini dilihat dari besarnya N-gain. N-gain kemampuan pemecahan masalah matematis keseluruhan siswa PMR lebih tinggi daripada siswa dalam pembelajaran konvensional. Seperti tampak pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1

Variabel		Kelas PMR			Kelas PMK		
		Pretes	Postes	N-Gain Tes	Pretes	Postes	N-Gain Tes
Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	n	30	30	30	30	30	30
	X_{maks}	5	38	0,89	5	25	0,66
	X_{min}	0	16	0,45	0	8	0,11
	$\bar{X}^{*)}$ (%)	2,13 (5,07)	29,27 (69,69)	0,68	2,20 (5,24)	17,47 (41,59)	0,38
	s	1,57	6,60	0,16	1,54	4,85	0,13

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan PMR secara berkelompok dengan siswa yang memperoleh model pembelajaran konvensional.

Perolehan rata-rata skor pretes kelas eksperimen yaitu 2,13 dari skor idealnya, dengan nilai tertinggi 5 dan nilai terendah 0 dan simpangan baku sebesar 1,57. Perolehan rata-rata skor pretes kelas kontrol yaitu 2,20 dari skor idealnya, dengan nilai tertinggi 5 dan nilai terendah 0 serta simpangan baku sebesar 1,54. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa rata-rata skor pretes kelas eksperimen sedikit lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata skor kelas kontrol. Namun untuk mengetahui secara lebih jelas mengenai kemampuan awal siswa kelas eksperimen sama atau tidak dengan kelas kontrol harus dilakukan uji kesamaan dua rata-rata dengan taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan analisis data skor pretes kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh kesimpulan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, dan berdasarkan uji t yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan secara signifikan kemampuan awal kedua kelas tersebut.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PMR secara berkelompok ini menunjukkan peran yang berarti dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Berdasarkan analisis data hasil penelitian, diketahui bahwa pembelajaran dengan menggunakan pendekatan PMR secara berkelompok memiliki pengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan rata-rata skor N-gain

kemampuan pemecahan masalah matematis yang diperoleh siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah dilakukan pembelajaran. Setelah diberikan perlakuan pada siswa kelas eksperimen dengan pendekatan PMR secara berkelompok dan pembelajaran konvensional pada siswa kelompok kontrol, hasil analisis yang diperoleh ternyata mendukung hipotesis yang menyatakan bahwa peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol.

Hasil temuan ini diperkuat dengan temuan Haji (2005) yang dalam penelitiannya menemukan bahwa hasil belajar matematika siswa yang belajar melalui pendekatan PMR secara signifikan lebih baik daripada siswa yang diajar melalui pendekatan biasa.

4. Simpulan, Saran dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan serta temuan-temuan yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan pendekatan PMR secara berkelompok mengalami peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematis yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika secara konvensional. Peningkatan yang terjadi ada pada kategori sedang, namun nilainya mendekati tinggi.

Berdasarkan simpulan penelitian, maka diajukan beberapa saran dan rekomendasi sebagai berikut:

1. Pendekatan PMR secara berkelompok hendaknya menjadi alternatif strategi pembelajaran bagi guru di SMP, sehingga dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.
2. Bahasan matematika yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya pada jenjang Sekolah Menengah Pertama, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan pada jenjang berbeda.
3. Peningkatan yang terjadi untuk kemampuan pemecahan masalah masih tergolong sedang, mungkin karena penelitian yang dilakukan tidak terlalu lama, maka dari itu untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dalam jangka waktu yang lebih panjang, agar peningkatan yang terjadi pun lebih tinggi lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitbang-Depdiknas. (2007). *Rembug Nasional Pendidikan Tahun 2007*. Badan Penelitian dan Pengembangan: Departemen Pendidikan Nasional.
- Gravemeijer, K.P. E. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Haji, S. (2005). *Pengaruh Pendekatan Matematika Realistik terhadap Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar*. Disertasi: UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Kaur, B. et al. (2009). *Mathematical Problem Solving Year Book 2009*. National Institute of Education Singapore: Association of Mathematics Educator. [Online]. Tersedia :<http://www.scribd.com/doc/57189966/-Mathematical-Problem-Solving-Yearbook> [November 2011].
- Rohaeti, A. (2009). *Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Missouri Mathematics Project (MMP) dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sma*. Skripsi UPI Bandung : tidak diterbitkan.
- Ruseffendi. E. T. (1998). *Dasar-Dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- Saragih, S. (2007). *Menumbuhkembangkan Berpikir Logis dan Sikap Positif terhadap Matematika melalui Pendekatan Matematika Realistik*. [Online]. Tersedia: http://zainurie.files.wordpress.com/2007/11/j61_091.pdf [Juli 2011].
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning To Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, And Sense-Making In Mathematics. *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.
- Suherman, E. dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA-IMSTEP.

- Sugiman dan Kusumah, Y. S. (2010). Dampak Pendidikan Matematika Realistik terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP. *IndoMS. J.M.E* Vol.1 No. 1 Juli 2010.
- Turmudi. (2003). *Panduan Model Buku pelajaran Matematika SLTP kelas 2* (cetakan 1). Jakarta: Pusat perbukuan Depdiknas.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP MELALUI MODEL PEMBELAJARAN GENERATIF

Rati Yulviana Zulkarnain

Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
rati_yulvi@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini didasarkan rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa SMP. Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang memberikan kesempatan pada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, memanfaatkan pengetahuan awal, memberikan kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam memecahkan masalah, mendorong siswa berdiskusi, dan mengajukan pertanyaan. Salah satu model pembelajaran yang mempunyai karakteristik tersebut yaitu model pembelajaran generatif. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain kelompok kontrol pretes-postes. Subjek populasinya adalah seluruh siswa SMP kelas VIII di kota Bandung tahun ajaran 2011/2012, dengan sampelnya adalah siswa SMP kelas VIII yang masing-masing mewakili sekolah level tinggi dan sedang. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes kemampuan berpikir kritis berbentuk uraian, pedoman observasi kegiatan guru dan siswa, serta skala sikap siswa. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan terhadap rerata gain ternormalisasi antara kedua kelompok sampel dengan menggunakan uji t , uji Mann-Whitney, dan uji ANOVA dua jalur. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui aktivitas siswa dan guru selama pembelajaran, serta sikap siswa terhadap model pembelajaran generatif. Hasil penelitian menunjukkan: 1) Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa antara yang pembelajarannya menggunakan model pembelajaran generatif dan konvensional bila ditinjau secara keseluruhan maupun per level sekolah (tinggi dan sedang); 2) Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa berbeda antara level sekolah tinggi dan sedang; 3) Tidak terdapat interaksi antara pembelajaran dan level sekolah terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Kata kunci: model pembelajaran generatif, kemampuan berpikir kritis.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang penting dimiliki oleh siswa. Namun upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis perlu mendapatkan perhatian. Hasil studi internasional ketiga dalam bidang matematika dan IPA (TIMSS) memperlihatkan bukti bahwa soal-soal matematika tidak rutin yang memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada umumnya tidak berhasil dijawab dengan benar oleh siswa-siswa Indonesia yang mengikuti studi tersebut. Untuk penyelesaian soal-soal itu, prestasi Indonesia berada jauh di bawah rata-rata (Suryadi, 2005).

Survey yang dilakukan JICA *Technica Cooperation Project for Development of Science and Mathematics Teaching for Primary and Secondary Education* in Indonesia atau IMSTEP pada tahun 1999 di kota Bandung, menemukan sejumlah kegiatan bermatematika yang dipandang sulit oleh siswa maupun oleh guru matematika SMP. Kegiatan tersebut diantaranya pembuktian atau justifikasi, pemecahan masalah yang memerlukan penalaran matematik, menemukan generalisasi/konjektur, dan menemukan hubungan antara data-data atau fakta yang diberikan. Hasil studi internasional ketiga dalam bidang matematika dan IPA (TIMSS) untuk kelas dua SMP, memperlihatkan bukti lebih jelas bahwa soal-soal matematika tidak rutin yang memerlukan

kemampuan berpikir tingkat tinggi pada umumnya tidak berhasil dijawab dengan benar oleh sampel siswa Indonesia (Suryadi, 2005).

Glazer (2004: 6) mengemukakan bahwa kondisi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam matematika harus memuat:

- a. Situasi yang tidak rutin (tidak biasa) sehingga individu tidak dapat dengan cepat memahami konsep matematika atau mengetahui bagaimana menentukan solusi persoalan.
- b. Penggunaan pengetahuan awal, penalaran, dan strategi kognitif.
- c. Generalisasi, pembuktian, dan evaluasi berpikir reflektif yang melibatkan pengkomunikasian solusi dengan penuh pertimbangan, membuat makna tentang jawaban atau argumen yang masuk akal, menentukan alternatif untuk menjelaskan atau memecahkan persoalan atau membangkitkan perluasan studi selanjutnya.

Dengan demikian kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran yang beragam dan berpusat pada siswa. Selain itu pembelajaran yang terjadi harus memberikan kesempatan pada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, memanfaatkan pengetahuan awalnya, memberikan kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam memecahkan masalah, mendorong siswa berdiskusi, mengajukan pertanyaan, dan memberikan alasan untuk setiap jawaban yang diajukan.

Salah satu model pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis adalah model pembelajaran generatif. Model pembelajaran generatif merupakan model pembelajaran yang berbasiskan konstruktivisme. Teori belajar konstruktivisme memandang siswa sebagai makhluk yang aktif dalam mengkonstruksi ilmu pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungannya dan guru dipandang sebagai fasilitator dan mediator dalam proses pembelajaran.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa antara yang pembelajarannya dengan menggunakan model pembelajaran generatif dibandingkan dengan siswa yang pembelajarannya secara konvensional, baik secara keseluruhan maupun per level sekolah (tinggi dan sedang)
2. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa sekolah level tinggi dan sedang?
3. Apakah terdapat interaksi antara pembelajaran dengan model pembelajaran generatif dan pembelajaran konvensional dengan level sekolah (tinggi dan sedang) dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa?

1.3. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematik siswa antara yang pembelajarannya dengan menggunakan model pembelajaran generatif dan pembelajaran konvensional baik secara keseluruhan maupun per level sekolah.
2. Untuk mengetahui perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa sekolah level tinggi dan sedang.
3. Untuk mengetahui interaksi antara model pembelajaran generatif dan pembelajaran konvensional dengan level sekolah (tinggi dan sedang) dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya:

1. Manfaat bagi peneliti
Sebagai suatu pembelajaran karena peneliti dapat mengaplikasikan segala pengetahuan yang didapatkan selama perkuliahan maupun di luar perkuliahan.

2. Manfaat bagi guru
 - a. Diharapkan dapat menjadi model pembelajaran alternatif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
 - b. Sebagai bahan informasi bagi guru matematika untuk dapat mengenal dan mengembangkan pembelajaran dengan model pembelajaran generatif.
3. Manfaat bagi siswa
Diharapkan model pembelajaran generatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
4. Manfaat bagi sekolah
Sebagai bahan informasi dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

2. Berpikir Kritis

Menurut Glazer (2001) yang dimaksud dengan berpikir kritis dalam matematika adalah kemampuan dan disposisi untuk melibatkan pengetahuan sebelumnya, penalaran matematis, dan strategi kognitif untuk menggeneralisasi, membuktikan, atau mengevaluasi situasi matematis yang kurang dikenal dalam cara yang reflektif.

Pendapat lain menghubungkan berpikir kritis dengan pembuktian. berpikir kritis dinyatakan oleh Hudgins dan Edelman (Cotton: 1991) sebagai tindakan untuk menyediakan bukti yang mendukung suatu kesimpulan, dan menanyakan bukti sebelum menerima suatu kesimpulan.

Kemudian Marcut (2005: 60) mengaitkan berpikir kritis dengan pemecahan masalah, beliau mengemukakan bahwa berpikir kritis dan pemecahan masalah berjalan beriringan. Untuk belajar matematika melalui pemecahan masalah (*problem solving*), siswa harus belajar bagaimana berpikir kritis. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seseorang dapat menyelesaikan masalah, apabila ia mempunyai kemampuan berpikir kritis.

Berdasarkan paparan di atas, maka kemampuan berpikir kritis dalam matematika meliputi kemampuan mengidentifikasi konsep, pembuktian, generalisasi, dan pemecahan masalah.

3. Model Pembelajaran Generatif

Osborne & Wittrock (Hulukati, 2005: 50) mengungkapkan model pembelajaran generatif terdiri dari lima tahap pembelajaran, yaitu:

Tahap Orientasi

Pada tahap orientasi, siswa diberikan kesempatan untuk membangun kesan mengenai topik yang akan dibahas dengan mengaitkan materi berdasarkan pengalaman mereka sehari-hari. Tujuannya agar dalam proses pembelajaran siswa dapat membayangkan sesuatu serta dapat memanfaatkan pengalaman dan pengetahuan untuk memecahkan masalah pada pokok bahasan yang sedang dihadapi, dengan demikian siswa akan termotivasi mempelajari pokok bahasan yang akan dipelajari. Proses menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sudah ada akan melibatkan motivasi, pengetahuan, dan konsepsi awal yang akan menghasilkan pemaknaan dan pemahaman siswa dalam pembelajaran.

Tahap Pengungkapan Ide

Pada tahap ini siswa diberi kesempatan untuk mengungkapkan ide mengenai topik yang akan dibahas. Guru berperan memotivasi siswa dengan cara mengajukan pertanyaan yang menggali (*socratic questioning*) sehingga akan terungkap ide atau gagasan dalam benak siswa. Respon dan gagasan siswa ini diinterpretasi dan diklarifikasi oleh guru yang tujuannya untuk menyusun strategi agar pembelajaran berlangsung dengan baik.

Ide atau gagasan yang dikemukakan di atas, ada kemungkinan antara satu siswa dengan siswa lainnya berbeda. Hal ini akan menimbulkan konflik dalam diri siswa yang menghasilkan ketidakpuasannya terhadap ide atau gagasannya dan akan mendorong siswa untuk berusaha melakukan perubahan. Ketidakpuasan terhadap konsep-konsep yang telah ada dapat dibangkitkan dengan memunculkan dan meningkatkan siswa terhadap gagasan-gagasan mereka sendiri, meminta mereka menjelaskan konsep-konsep yang tidak sesuai, mendiskusikan konsep-konsep tersebut.

Tahap Tantangan dan Restrukturisasi

Pada tahap tantangan dan restrukturisasi, siswa diminta membandingkan pendapatnya dengan pendapat siswa lain dengan mengemukakan keunggulan dari pendapat mereka. Kemudian guru mengusulkan peragaan atau demonstrasi untuk menguji kebenaran pendapat mereka. Diharapkan selama proses ini, muncul konflik antara apa yang dimiliki dan apa yang dilihat dan diperagakan guru. Agar siswa mempunyai keinginan untuk mengubah struktur pemahaman mereka, siswa diberikan masalah-masalah yang menantang untuk membangkitkan keberaniannya dalam mengajukan pendapatnya dan berargumentasi tentang pokok bahasan yang sedang dipelajari.

Tahapan Penerapan

Pada tahap penerapan, siswa diberikan kesempatan untuk memecahkan masalah-masalah atau soal-soal dengan menerapkan konsep yang telah dipelajarinya. Memecahkan masalah yang lebih kompleks, menguji ide alternatif yang mereka bangun untuk menyelesaikan persoalan yang bervariasi. Siswa diharapkan mampu mempertimbangkan dan mengevaluasi keunggulan gagasan baru yang dia kembangkan. Kondisi ini memberikan peluang kepada siswa untuk mengembangkan sendiri strategi penyelesaian suatu masalah dan untuk menanamkan keyakinan kepada mereka bahwa dalam menyelesaikan masalah matematika walaupun hasil akhirnya tunggal (hanya satu), tetapi caranya bisa bermacam-macam. Strategi-strategi yang bervariasi ini bisa memperkaya strategi yang bisa dipilih dalam menyelesaikan masalah matematika.

Dengan cara mendorong siswa secara aktif untuk mempertimbangkan strategi yang mungkin untuk menyelesaikannya dan terpacu untuk melakukan *doing mathematics*. Strategi penyelesaian harus dikembangkan sendiri oleh siswa melalui pemodelan, baik model konkrit, model diagram maupun model abstrak melalui konsep yang telah dipahami para siswa sebelumnya. Kesempatan siswa untuk menguji atau memeriksa keterpakaian (*aplicability*) hasil-hasil yang telah dicapai pada situasi baru adalah merupakan hal penting dan dengan cara ini siswa dapat memperoleh keyakinan bahwa gagasan atau konsep baru tersebut lebih berguna.

Tahap Melihat Kembali

Pada tahap ini siswa diberi kesempatan untuk mengevaluasi kelemahan dari modelnya yang lama. Siswa juga diharapkan dapat mengingat kembali apa saja yang mereka pelajari selama pembelajaran dan dapat meningkatkan minat dan perhatiannya untuk turut aktif dalam kegiatan pembelajaran. Kondisi ini dapat memberi peluang kepada siswa untuk mengungkapkan tentang apa yang sudah dan sedang dikerjakan. Apakah yang dikerjakan itu sudah sesuai dengan apa yang dipikirkan.

4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen dengan desain penelitian Kelompok Kontrol Pretes-Postes. Populasi pada penelitian ini adalah siswa SMP Negeri di Kota Bandung pada tahun ajaran 2011/2012. Pemilihan sampel yang mewakili level sekolah dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, sehingga terpilih dua SMP negeri di kota Bandung yang masing-masing mewakili sekolah level tinggi dan sedang. Selanjutnya untuk pemilihan sampel yang mewakili kelas, pemilihan sampel dilakukan dengan sampling acak kelas.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen tes dan instrumen non tes. Instrumen tes terdiri atas tes kemampuan berpikir kritis matematis yang disajikan sebagai pretes dan postes. Kemudian instrumen tersebut diolah dengan menggunakan uji statistik. Instrumen non

tes terdiri dari skala sikap siswa dan lembar observasi. Pada skala sikap terdapat lima kategori pernyataan, mulai dari sangat setuju (SS), setuju (S), netral (N), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Selanjutnya skala kualitatif tersebut diubah ke dalam skala kuantitatif dengan mengaitkan masing-masing pernyataan dengan angka atau nilai. Sedangkan data hasil observasi merupakan data pendukung dalam penelitian ini. Data tersebut dianalisis dan dideskripsikan untuk melihat tahapan-tahapan pembelajaran dan aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung. Penyajian data hasil observasi dibuat dalam bentuk tabel untuk kemudahan dalam menginterpretasikannya.

5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang pembelajarannya secara konvensional dengan siswa yang pembelajarannya menerapkan model pembelajaran generatif yang selanjutnya disingkat menjadi MPG. Selain itu, juga bertujuan untuk melihat interaksi antara model pembelajaran dengan tingkat kemampuan siswa berdasarkan level sekolah dan sikap siswa terhadap model pembelajaran generatif. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software SPSS versi 16.0* dan *Microsoft Office Excel*.

Peningkatan kemampuan beripikir kritis matematis diperoleh dari selisih antara skor pretes dan postes. Selanjutnya dibandingkan dengan selisih skor ideal dan skor pretes yang dikenal dengan gain ternormalisasi (N-Gain). Berikut deskriptif data pretes, postes, dan N-gain kemampuan berpikir kritis secara keseluruhan maupun pada level sekolah sedang dan tinggi.

Tabel 1
Deskriptif Data Pretes, Postes, dan N-gain Kemampuan berpikir Kritis

Kelompok	Data Statistik	Pembelajaran					
		Konvensional			MPG		
		Pretes	Postes	N-gain	Pretes	Postes	N-gain
Secara Keseluruhan	n	60	60	60	65	65	65
	Rerata	3,60	11,12	0,458	4,92	13,94	0,626
	SB	1,69	3,24	0,193	3,88	4,28	0,237
Sekolah Level Tinggi	n	30	30	30	34	34	34
	Rerata	3,77	13,33	0,587	5,71	15,18	0,707
	SB	1,98	2,40	0,144	5,04	4,44	0,228
Sekolah Level Sedang	n	30	30	30	31	31	31
	Rerata	3,43	8,90	0,328	4,06	12,58	0,537
	SB	1,84	2,34	0,143	1,65	3,7	0,218

Skor ideal berpikir kritis matematis = 20

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa rerata N-gain kemampuan berpikir kritis matematis pada kelompok yang menerapkan model pembelajaran generatif (MPG) lebih besar daripada pada kelompok yang pembelajarannya secara konvensional, baik secara keseluruhan maupun pada sekolah level tinggi dan sedang. Setelah dilakukan uji secara statistik ternyata perbedaan rerata N-gain tersebut berbeda secara signifikan.

Jika dikaji lebih jauh hasil analisis postes menurut kelompok level sekolah maka dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa untuk sekolah level tinggi rerata kemampuan berpikir kritis matematis untuk kelompok MPG sebesar 15,18 atau sebesar 75,90 % dari skor ideal. Sedangkan untuk kelompok konvensional rerata kemampuan berpikir kritis sebesar 13,33 atau sebesar 66,65 % dari skor ideal. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran generatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada sekolah level tinggi, dengan tingkat pencapaian yang baik yaitu sekitar 75,90 % dari skor ideal.

Pada sekolah level sedang, rerata postes kemampuan berpikir kritis kelompok MPG sebesar 12,58 atau sebesar 62,90 % dari skor ideal. Sedangkan untuk kelompok konvensional 8,90 atau sebesar 44,50% dari skor ideal. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan model pembelajaran generatif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada sekolah level sedang, dengan tingkat pencapaian yang cukup baik.

Selanjutnya jika dikaji interaksi antara level sekolah terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis diperoleh bahwa terdapat interaksi yang signifikan antara level sekolah terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis. Namun interaksi antara pembelajaran dan level sekolah terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis diperoleh bahwa tidak ada interaksi yang signifikan. Temuan ini dapat dimaknai bahwa model pembelajaran generatif dapat diterapkan dengan baik pada sekolah level tinggi dan sedang.

6. Kesimpulan, Implikasi, dan Rekomendasi

6.1. Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa antara yang pembelajarannya menggunakan model pembelajaran generatif dan konvensional bila ditinjau secara keseluruhan maupun per level sekolah (tinggi dan sedang). Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang pembelajarannya menggunakan model pembelajaran generatif lebih baik daripada siswa yang pembelajarannya secara konvensional.
2. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa antara level sekolah tinggi dan sedang. Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis pada sekolah level tinggi lebih baik daripada sekolah level sedang.
3. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara pembelajaran dan level sekolah terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.
4. Secara umum siswa mempunyai sikap yang positif terhadap pelajaran matematika, model pembelajaran generatif dan mempunyai tanggapan yang positif mengenai pengaruh model pembelajaran generatif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

6.2. Implikasi

Kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, memberikan implikasi bahwa pembelajaran dengan model pembelajaran generatif lebih sesuai diterapkan pada sekolah level tinggi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis.

6.3. Rekomendasi

Penerapan model pembelajaran generatif memerlukan waktu yang relatif lama, sehingga memerlukan persiapan dan perencanaan yang matang. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian pendahuluan minimal satu kali pertemuan, agar siswa terbiasa dengan pembelajaran yang akan diterapkan dan proses pembelajaran berlangsung sesuai dengan perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cotton, K. (1991). Teaching Thinking Skills. [Online]. Tersedia http://www.ames.spps.org/sites/c2441e5c-2199-41e3-9ea7-5d4c048013d4/uploads/Teaching_Thinking_Skills.pdf. [4 Desember 2010]
- Glazer, E. (2001). *Using Web Source to Promote Critical Thinking in High School Mathematic*. [Online]. Tersedia: <http://math.unipa.it/~grim/AGlazer79-84.PDF>. [4 Desember 2010]
- Glazer, E. (2004). *Technology Enhanced Learning Environments that are Conducive to Critical Thinking in Mathematics: Implication for Research about Critical Thinking on The World*

Wide Web. [Online]. Tersedia: <http://www.lonestar.texas.net/~mseifert/crit2.html>. [4 Desember 2010]

- Hulukati, E. (2005). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah matematika Siswa SMP melalui Model Pembelajaran Generatif*. Disertasi PPS UPI: Tidak diterbitkan.
- Marcut, I. (2005). *Critical thinking - Applied to the Methodology of Teaching Mathematics*. [Online]. Tersedia: www.epmath.ulbsibiu.ro/educamath/em/vol1nr1/marcut/marcut.pdf. [Oktober 2010]
- Suryadi, D. (2005). *Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Tidak Langsung serta Pendekatan Gabungan Langsung dan Tidak Langsung dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematik Tingkat Tinggi Siswa SLTP*. Disertasi PPS UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.

PENERAPAN PEMBELAJARAN GENERATIF (*GENERATIVE LEARNING*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA SMP

Eva Dwi Minarti

Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
eva.arti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran matematika melalui model pembelajaran generatif dan pembelajaran konvensional, serta untuk mengetahui peningkatan kemampuan koneksi matematis ditinjau dari tingkat kemampuan siswa (tinggi, sedang, rendah) pada siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan model pembelajaran generatif. Penelitian ini merupakan studi eksperimen dengan desain penelitian berbentuk kelompok kontrol pretes-postes. Sampel pada penelitian ini adalah 67 siswa kelas VII yang berasal dari dua kelas pada salah satu SMP negeri level menengah di Kota Bandung. Kedua kelas diberikan pretes dan postes kemampuan koneksi matematis. Kelas eksperimen diberikan angket berupa skala sikap siswa terhadap matematika, pembelajaran dengan model pembelajaran generatif dan soal-soal yang diberikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran generatif lebih baik daripada siswa yang belajar dengan konvensional. Ditinjau dari klasifikasi peningkatannya, peningkatan kemampuan koneksi matematis ada pada klasifikasi sedang. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dengan siswa yang tingkat kemampuannya sedang, juga antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dan siswa yang tingkat kemampuannya rendah, tetapi tidak terdapat perbedaan kemampuan koneksi matematis antara siswa yang tingkat kemampuannya sedang dan tingkat kemampuannya rendah. Pada kemampuan koneksi matematis didapatkan bahwa siswa dengan tingkat kemampuan tinggi mempunyai peningkatan koneksi matematis yang tinggi pula, sedangkan siswa dengan tingkat kemampuan sedang dan rendah mempunyai peningkatan koneksi matematis sedang. Siswa memiliki sikap positif terhadap matematika, pembelajaran dengan model pembelajaran generatif dan soal-soal serta materi yang diberikan. Sikap positif siswa ini terutama ditunjukkan pada sikap terhadap model pembelajaran generatif dan terhadap soal-soal yang diberikan.

Kata kunci: Model pembelajaran generatif, pembelajaran konvensional, koneksi matematis, dan sikap siswa.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Matematika mempunyai ciri-ciri khusus sehingga pendidikan dan pengajaran matematika perlu ditangani secara khusus pula. Satu ciri khusus matematika adalah sifatnya yang menekankan pada proses deduktif yang memerlukan penalaran logis dan aksiomatik. Demikian pula matematika sebagai proses yang aktif dan dinamis melalui kegiatan matematika (*doing math*), memberikan sumbangan penting kepada siswa dalam pengembangan nalar, berpikir logis, sistematis, kritis, cermat, dan bersikap obyektif serta terbuka dalam menghadapi berbagai permasalahan.

Matematika dari bentuknya yang paling sederhana sampai dengan bentuknya yang kompleks memberikan sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan lainnya dan kehidupan sehari-hari (Sumarmo, 2005). Salah satu visi pembelajaran matematika yaitu mengarahkan pada pemahaman konsep matematika yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah matematika dan

masalah ilmu pengetahuan lainnya serta memberikan kemampuan penalaran matematis siswa (Sumarmo, 2005). Visi pembelajaran matematika yang dikemukakan di atas, sejalan dengan yang dirumuskan oleh *National Council of Teachers of Mathematics* (2000), yaitu: kemampuan komunikasi matematis (*mathematical communication*); kemampuan penalaran matematis (*mathematical reasoning*); kemampuan pemecahan masalah (*mathematical problem solving*); kemampuan koneksi matematis (*mathematical connections*). Merujuk uraian tersebut, kemampuan penalaran dan koneksi matematis termuat pada kemampuan standar menurut NCTM. Artinya, dua kemampuan ini merupakan dua diantara kemampuan yang penting dikembangkan dan harus dimiliki oleh siswa.

Hasil penelitian Wahyudin (1999) mengemukakan bahwa “salah satu kecenderungan yang menyebabkan sejumlah siswa gagal menguasai dengan baik pokok-pokok bahasan dalam matematika yaitu siswa kurang memahami dan kurang menggunakan nalar yang baik dalam menyelesaikan soal atau persoalan yang diberikan.” Ruspiani (2000:70) mengatakan, kemampuan siswa dalam melakukan koneksi matematik masih rendah terutama untuk koneksi antar topik matematika. Dalam penelitian Ruspiani (2000) dan Yaniawati (2001) menemukan bahwa kemampuan siswa dalam melakukan koneksi matematis masih tergolong rendah.

Pada hakekatnya setiap siswa memiliki kemampuan yang berbeda dalam memahami matematika. Galton (Ruseffendi, 2006) menyatakan bahwa dari sekelompok siswa yang dipilih secara acak akan selalu dijumpai siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Hal ini disebabkan kemampuan siswa yang menyebar mengikuti kurva normal.

Begle (Darhim, 2004) menyatakan bahwa salah satu faktor prediktor terbaik untuk hasil belajar matematika adalah hasil belajar matematika sebelumnya dan peran variabel kognitif lainnya tidak sebesar variabel hasil belajar matematika sebelumnya. Ini berarti kemampuan yang telah dimiliki siswa sebelumnya apakah tinggi, sedang, dan rendah akan berkontribusi dalam pencapaian keberhasilan belajar siswa. Menurut Ruseffendi (2006), perbedaan kemampuan yang dimiliki siswa bukan semata-mata merupakan bawaan dari lahir, dapat juga dipengaruhi oleh lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan lingkungan belajar khususnya pendekatan, model, ataupun strategi pembelajaran menjadi sangat penting untuk dipertimbangkan. Artinya pemilihan pendekatan, model, ataupun strategi pembelajaran harus dapat mengakomodasi kemampuan matematika siswa yang berbeda-beda sehingga dapat memaksimalkan hasil belajar siswa.

Pendekatan yang bukan semata-mata menyangkut kegiatan guru mengajar akan tetapi menitikberatkan pada aktivitas belajar siswa, membantu siswa jika ada kesulitan atau membimbingnya untuk memperoleh suatu kesimpulan yang benar. Model pembelajaran dipilih dengan harapan dapat berguna bagi usaha-usaha perbaikan proses pembelajaran matematika guna meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa khususnya dan umumnya prestasi belajar matematika siswa.

Sumarmo (Yusepa, 2004) mengemukakan bahwa pembelajaran matematika hendaknya mengutamakan pada pengembangan daya matematis (*mathematical power*) siswa yang meliputi: kemampuan menggali, menyusun konjektur dan menalar logik, menyelesaikan soal yang tidak rutin, memecahkan masalah (*problem solving*), berkomunikasi secara matematika dan mengaitkan ide matematika dengan kegiatan intelektual lainnya.

Banyak upaya yang dapat dilakukan untuk perubahan dan perbaikan dalam pembelajaran guna menciptakan suasana belajar yang kondusif dan konstruktif, demokratis, dan kolaboratif (Yusepa, 2004). Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu mencoba berbagai model atau metode pembelajaran yang dianggap sesuai dengan materi yang akan diajarkan dan kondisi siswa di kelas. Salah satunya menggunakan model pembelajaran yang dimunculkan oleh Osborne dan Wittrock pada tahun 1985 yaitu model pembelajaran generatif (Hulukati, 2005). Model pembelajaran generatif merupakan suatu model pembelajaran berbasis konstruktivisme, yang lebih menekankan pada pengintegrasian secara aktif pengetahuan baru dengan menggunakan pengetahuan yang sudah dimiliki siswa sebelumnya. Langkah-langkah yang terdapat dalam model pembelajaran generatif dapat membuat siswa untuk belajar menjadi aktif dalam mengkonstruksi pengetahuannya.

Model pembelajaran generatif terdiri dari lima tahapan, yaitu orientasi, pengungkapan ide, tantangan dan restrukturisasi, penerapan dan pengevaluasian. Tahapan-tahapan dalam pembelajaran generatif ini menuntut siswa untuk aktif dalam mengkonstruksi pengetahuannya. Melalui pembelajaran generatif dapatlah tercipta suatu iklim belajar, siswa mendapat kebebasan dalam mengajukan ide-ide, pertanyaan-pertanyaan dan masalah-masalah sehingga belajar matematika lebih efektif dan bermakna.

Saragih (2011) mengungkapkan bahwa selama berlangsungnya proses pembelajaran, setiap siswa mendapatkan kesempatan yang sama dalam menerima perlakuan guru. Munculnya perbedaan hasil belajar antara satu dengan yang lainnya diyakini disebabkan oleh faktor lain, seperti minat, intelegensi, sikap, motivasi atau sarana yang dimiliki siswa secara individu yang mempengaruhi eksistensi keterlibatan mereka dalam kegiatan pembelajaran.

Setiap siswa diharapkan memiliki sikap positif terhadap pelajaran yang diberikan, dalam hal ini khususnya pelajaran matematika. Siskandar (2008) mengungkapkan, sikap positif terhadap pembelajaran matematika akan mempermudah siswa dalam menerima pelajaran yang diberikan dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan demikian, dapat diduga semakin positif sikap siswa terhadap pembelajaran matematika semakin tinggi pula hasil belajar siswa.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti merasa terdorong untuk melaksanakan penelitian dalam upaya meningkatkan koneksi matematis siswa sekolah menengah pertama melalui model pembelajaran generatif. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti melakukan penelitian dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran Generatif (*Generative Learning*) untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Sekolah Menengah Pertama”.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan dibatasi pada kajian aspek kemampuan koneksi matematis melalui model pembelajaran matematika generatif (*Generative Learning*). Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Apakah kemampuan koneksi matematis siswa yang memperoleh model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional?
- 2) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis antara siswa yang berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah pada kelompok siswa yang memperoleh model pembelajaran generatif (*Generative Learning*)?
- 3) Bagaimana sikap siswa terhadap model pembelajaran generatif (*Generative Learning*)?

1.3. Tujuan Penelitian

Dengan berpedoman pada rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mengkaji perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa antara siswa yang memperoleh model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) dan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
- 2) Mengkaji perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis ditinjau dari tingkat kemampuan (tinggi, sedang, rendah) siswa yang memperoleh model pembelajaran generatif (*Generative Learning*).
- 3) Memperoleh masukan bagaimana sikap siswa terhadap model pembelajaran generatif.

1.4. Manfaat Penelitian

Model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) diharapkan dapat dijadikan alternatif pembelajaran matematika dalam upaya meningkatkan kemampuan koneksi matematis. Hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi:

1. Peneliti, yaitu memberikan gambaran tentang sejauh mana peningkatan koneksi matematis siswa yang mendapat model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) dan siswa yang mendapat pembelajaran konvensional di masing-masing kelompoknya.
2. Siswa, melalui model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) akan terbina sikap belajar yang kreatif dan tidak mudah menyerah dalam menghadapi permasalahan matematika yang akhirnya akan berimplikasi pada peningkatan kemampuan koneksi matematis khususnya dan umumnya prestasi belajar siswa dalam matematika.
3. Guru bidang studi yang bersangkutan, yaitu memberikan informasi dan masukan untuk memperbaiki pembelajaran serta dapat dijadikan alternatif pendekatan dalam pembelajaran sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan prestasi belajar siswa dalam matematika.
4. Peneliti selanjutnya, untuk dijadikan bahan penelitian lebih lanjut dan lebih mendalam.
5. Pembaca dan pihak yang membutuhkan, yaitu dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan serta wawasan dalam bidang pendidikan.

1.5. Definisi Operasional

Untuk menghindari terjadinya perbedaan penafsiran terhadap istilah-istilah yang terdapat pada penelitian ini, perlu dikemukakan beberapa penjelasan sebagai berikut:

- 1) Kemampuan koneksi matematis adalah kemampuan siswa untuk dapat mengenali representasi yang ekuivalen dari konsep yang sama, mengenali hubungan prosedur satu representasi ke prosedur representasi yang ekuivalen, menggunakan dan menilai koneksi beberapa topik matematika.
- 2) Model pembelajaran generatif adalah model pembelajaran yang secara aktif siswa mengkonstruksi pengetahuannya melalui lima tahap yaitu, tahap orientasi, tahap pengungkapan ide, tahap tantangan dan restrukturisasi, tahap penerapan, tahap review atau melihat kembali.
- 3) Sikap (*attitude*) adalah kecenderungan yang relatif menetap untuk bereaksi dengan cara baik atau buruk terhadap metode yang digunakan dalam pembelajaran.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksperimen dengan desain penelitian berbentuk kelompok kontrol pretes-postes (*pre-test post-test control group design*), karena adanya pengelompokan subjek dipilih secara acak. Langkah awal untuk menentukan unit-unit eksperimen dilakukan dengan memilih sekolah, yang kemudian memilih dua kelas yang homogen ditinjau dari kemampuan akademiknya. Kelas yang pertama adalah kelas eksperimen (X) dan kelas yang kedua adalah kelas kontrol. Unsur yang dimanipulasi pada penelitian ini, yaitu pembelajaran dengan model pembelajaran Generatif. Dengan demikian metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen.

Adapun desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

A O X O Kelas eksperimen
A O O Kelas kontrol

Dengan :

A = acak kelas
O = pretes = postes (tes kemampuan koneksi matematis)
X = pembelajaran dengan Model Pembelajaran Generatif

2.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Menengah Pertama, sebab siswa-siswa SMP berada pada masa transisi, yang masih bisa dibentuk sikapnya. Subjek populasi penelitian adalah kemampuan koneksi matematis seluruh siswa pada SMP Negeri 47 Bandung yang rencana penelitiannya akan dilaksanakan pada awal semester II (genap). Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII

SMP Negeri 47 Bandung provinsi Jawa Barat. Kelas eksperimen dan kelas kontrol (sampel) dipilih secara acak dari kelas yang telah ada, yaitu dipilih dua kelas dari sembilan kelas yang ada. Didapat kelas VII A sebagai kelas kontrol dan kelas VII E sebagai kelas eksperimen.

2.3. Instrumen Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan model pembelajaran generatif (*generative learning*) terhadap peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa SMP, serta untuk mengetahui korelasi sikap siswa terhadap peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa yang pembelajarannya menggunakan model pembelajaran generatif (*generative learning*). Untuk mendapatkan data tersebut diperlukan instrumen berupa tes, skala sikap, lembar observasi.

Instrumen Tes

Tes kemampuan koneksi matematis siswa yang digunakan berbentuk uraian, dengan maksud untuk melihat proses pengerjaan yang dilakukan siswa agar dapat diketahui sejauh mana siswa mampu melakukan koneksi matematis. Dalam penyusunan tes, diawali dengan penyusunan kisi-kisi yang mencakup kompetensi dasar, indikator, aspek yang diukur beserta skor penilaiannya dan nomor butir soal. Setelah membuat kisi-kisi soal, dilanjutkan dengan menyusun soal beserta kunci jawabannya dan aturan pemberian skor untuk masing-masing butir soal.

Adapun pemberian skor tes koneksi matematik diambil penskoran yang dikemukakan oleh Sabandar (Rohmatika, 2006 : 55) yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1
Kriteria Pemberian Skor Menurut Sabandar

Skor	Kriteria
4	Lengkap dan kompeten
3	Kompetensi dasar
2	Jawaban parsial
1	Jawaban hanya coba-coba saja
0	Tidak ada respon

Skala Sikap

Skala sikap digunakan untuk mengetahui sikap siswa terhadap penggunaan model pembelajaran generatif (*Generative Learning*) dalam upaya meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa SMP. Sebelum instrument skala sikap dibuat, sama halnya dengan alat evaluasi, terlebih dahulu membuat kisi-kisi skala sikap. Ruang lingkup kisi-kisi skala sikap adalah ciri-ciri, aspek dan indikator dari model pembelajaran generatif (*Generative Learning*). Perhitungan skala sikap yang dipergunakan adalah skala *Likert*. Instrumen skala sikap terdiri dari 30 pernyataan. Pendapat siswa terhadap suatu pernyataan terbagi menjadi lima pilihan, yaitu: SS (Sangat Setuju), S (Setuju), N (Netral), TS (Tidak Setuju), STS (Sangat Tidak Setuju).

2.4. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini ada dua macam data yang dikumpulkan, yaitu kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif meliputi hasil pretes dan postes siswa dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sedangkan data kualitatif berupa angket secara khusus diberikan kepada kelas eksperimen. Teknik pengolahan data kuantitatif dan data kualitatif adalah sebagai berikut:

Data Kuantitatif

Setelah data hasil tes kemampuan koneksi matematik siswa, baik pretes maupun postes terkumpul maka dilakukan analisis data dengan menggunakan bantuan *software SPSS 16.0 for Windows*. Adapun langkah-langkah dalam melakukan uji statistik data hasil tes adalah: (1) jika kedua data berdistribusi normal, maka uji perbedaan dua rerata menggunakan uji statistik parametrik, yaitu uji *Independent-Samples T Test*. Jika variansikedua kelompok data homogen, nilai signifikansi yang

diperhatikan yaitu nilai pada baris “*Equal variances assumed*”. Sedangkan jika variansikedua kelompok data tidak homogen, nilai signifikansi yang diperhatikan yaitu nilai pada baris “*Equal variances not assumed*”. Sedangkan jika terdapat minimal satu data tidak berdistribusi normal, maka uji perbedaan dua rerata menggunakan uji statistik nonparametrik, yaitu uji Mann-Whitney U; (2) untuk mengetahui sejauh mana peningkatan kemampuan koneksi matematis kelompok siswa yang memperoleh model pembelajaran generatif dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional sebelum dan sesudah pembelajaran, dilakukan perhitungan gain ternormalisasi.

Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif adalah hasil isian skala sikap yang berisi sikap siswa terhadap pelajaran matematika. Langkah-langkah yang dipergunakan adalah:

- 1) Skala sikap menggunakan skala *Likert*
- 2) Menghitung skor rata-rata sikap siswa

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Model Pembelajaran Generatif (*Generative Learning*)

Analisis data hasil penelitian menunjukkan bahwa koneksi matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran generatif lebih baik daripada pembelajaran konvensional. Hasil temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan model pembelajaran generatif memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan koneksi matematis siswa.

Siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran generatif sudah dilatih untuk menghubungkan pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan yang dipelajari sehingga dapat menemukan suatu konsep, prosedur, atau prinsip matematika baik secara individual maupun kelompok. Selain itu, siswa juga dituntut untuk menemukan prosedur dalam memecahkan masalah-masalah yang diberikan, sehingga dapat membantu mereka dalam memecahkan masalah-masalah lainnya. Jadi, sangat memungkinkan peningkatan kemampuan matematis mereka lebih baik daripada siswa yang belajar secara konvensional.

Peningkatan koneksi matematis berbanding lurus dengan tingkat kemampuan siswa (tinggi, sedang, rendah). Semakin tinggi tingkat kemampuan siswa maka semakin tinggi pula peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa. Hal ini disebabkan oleh rendahnya perolehan skor pretes dan penyebarannya lebih merata, sehingga siswa yang memperoleh skor postes lebih tinggi berpeluang meningkat lebih tinggidari siswa lainnya baik pada kemampuan kemampuan koneksi matematis.

Bila dilihat berdasarkan tingkat kemampuan siswa (tinggi, sedang, dan rendah), peningkatan kemampuan koneksi matematis untuk tingkat kemampuan sedang dan rendah, peningkatannya tidak berbeda secara signifikan.

3.2. Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis

Peningkatan kemampuan koneksi matematis dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor pembelajaran dan tingkat kemampuan siswa. Peningkatan kemampuan koneksi matematik terjadi tidak hanya dikelas eksperimen tetapi peningkatan tersebut terjadi di kelas kontrol. Namun setelah dihitung perbedaan reratanya, peningkatan koneksi matematis kelas eksperimen lebih baik secara signifikan daripada kelas kontrol. Setelah mengetahui bahwa rerata peningkatan kelas eksperimen lebih baik, dilakukan uji ANOVA satu jalur untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan peningkatan koneksi matematis yang signifikan ditinjau dari tingkat kemampuasan siswa tinggi, sedang dan rendah. Ternyata didapat paling tidak ada salah satu rerata peningkatan koneksi matematis yang berbeda. Untuk mengetahui kebermaknaan dari uji perbedaan rerata tersebut, dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Scheffe* dan didapat : (1)terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dengan siswa yang tingkat kemampuannya sedang; (2)terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dengan siswa

yang tingkat kemampuannya rendah; (3) tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya sedang dengan siswa yang tingkat kemampuannya rendah.

3.3. Sikap Siswa terhadap Matematika dan Model Pembelajaran Generatif

Berdasarkan hasil analisis terhadap sikap siswa, dapat dilihat bahwa setelah siswa diberikan pembelajaran dengan model pembelajaran generatif, siswa memiliki sikap positif terhadap masing-masing indikator sikap positif terhadap pembelajaran matematika. Mereka menunjukkan kesukaan terhadap pelajaran matematika, persetujuan terhadap penggunaan matematika, dan menunjukkan kemudahan dalam belajar matematika.

Sikap siswa terhadap pembelajaran dengan model pembelajaran generatif juga menunjukkan hal yang sama, siswa memiliki sikap positif terhadap masing-masing indikator. Mereka menunjukkan kesukaan terhadap pembelajaran dengan model pembelajaran generatif, menunjukkan persetujuan terhadap penggunaan matematika dengan model pembelajaran generatif, menunjukkan partisipasi dalam pembelajaran matematika dengan model pembelajaran generatif, dan menunjukkan persetujuan terhadap bimbingan guru. Sikap siswa terhadap materi dan soal-soal pun menunjukkan sikap yang positif. Mereka menunjukkan minat dalam penyelesaian soal-soal yang diberikan.

Model pembelajaran generatif dapat mengembangkan aktivitas mental melalui pengembangan ide awal, tantangan, penerapan dan review. Proses pengembangan mental ini dilakukan siswa baik secara mandiri ataupun melalui interaksi dengan sesama teman maupun dengan guru. Mereka secara aktif terlibat dalam proses pemecahan masalah, sehingga dapat benar-benar memahami pelajaran. Hal ini dapat menimbulkan percaya diri siswa dan motivasi yang kuat dalam belajar matematika. Maka sangat memungkinkan siswa untuk memiliki sikap positif terhadap matematika dan model pembelajaran generatif.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang dikemukakan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kemampuan koneksi matematis siswa yang pembelajarannya menggunakan model pembelajaran generatif lebih baik dari kemampuan koneksi matematis siswa yang pembelajarannya konvensional. Begitu pula peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran generatif lebih baik dari kemampuan koneksi matematis siswa yang pembelajarannya konvensional.
2. Peningkatan Kemampuan koneksi matematis ditinjau dari tingkat kemampuan siswa (tinggi, sedang, rendah), diperoleh paling tidak ada satu kelompok yang reratanya berbeda dengan yang lain. Hasilnya adalah: terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dengan siswa yang tingkat kemampuannya sedang, terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya tinggi dengan siswa yang tingkat kemampuannya rendah, tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan koneksi matematis secara signifikan antara siswa yang tingkat kemampuannya sedang dengan siswa yang tingkat kemampuannya rendah.
3. Siswa memiliki sikap positif terhadap pembelajaran matematika, model pembelajaran generatif, materi, dan soal-soal yang diberikan.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, ada beberapa saran berhubungan dengan penelitian ini, antara lain:

1. Pembelajaran matematika dengan model pembelajaran generatif baik diberikan kepada siswa yang berkemampuan sedang dan tinggi, sebaiknya sebelum dilaksanakan pembelajaran dengan model pembelajaran generatif guru melakukan identifikasi terhadap kemampuan siswa,

sehingga siswa yang berkemampuan rendah dapat diperlakukan secara khusus, sehingga kelemahan model pembelajaran generatif dapat ditutupi.

2. Penelitian ini hanya terbatas pada materi segitiga. Diharapkan pada peneliti lainnya untuk mengembangkan model pembelajaran generatif pada materi-materi pelajaran lainnya.
3. Sampel penelitian yang diambil hanya dua kelas sehingga hasil penelitian ini belum tentu sesuai dengan sekolah atau daerah lain yang memiliki karakteristik dan psikologi siswa yang berbeda. Diharapkan kepada peneliti lainnya agar bisa menggunakan sampel yang lebih besar, dengan tujuan memperkecil kesalahan dan mendapatkan generalisasi yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Darhim. (2004). *Pengaruh Pembelajaran Matematika Kontekstual terhadap Hasil Belajar dan Sikap Siswa Sekolah Dasar Kelas Awal dalam Matematika*. Disertasi SPs UPI: Tidak diterbitkan.
- Hulukati,E. (2005). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematik Siswa SMP melalui Model Pembelajaran Generatif*. Bandung: Disertasi PPs UPI. Tidak diterbitkan.
- National Council of Teachers of Mathematics.(2000). *Principle and Standarts of School Mathematics*. Reston: NCTM.
- Rohmatika,A.H. (2006). *Pembelajaran Sistem Persamaan Dua Variabel melalui Pembelajaran Berbasis Masalah sebagai Upaya untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Koneksi Matematik Siswa*. Tesis PPS UPI. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Ruseffendi, E.T.(2006). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Ruspiani. (2000). *Kemampuan Siswa Dalam Melakukan Koneksi Matematik*. Tesis Magister pada PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Saragih,S. (2011). *Penerapan Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik dan Kelompok Kecil untuk Meningkatkan Kemampuan keruangan, Berfikir Logis dan Sikap Positif terhadap Matematika Siswa kelas VIII*. Disertasi SPs UPI Bandung: Tidak diterbitkan.
- Siskanda. (2008). Sikap dan Motivasi Siswa dalam Kaitan dengan Hasil Belajar Matematika di SD. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Indonesian Scientific Journal Database Nomor 78, Tahun ke-14*. Jakarta: ISJD LIPI
- Sumarmo,U.(2005). "*Pembelajaran Matematika untuk Mendukung Pelaksanaan Kurikulum Tahun 2002 Sekolah Menengah*". Makalah disajikan pada seminar Pendidikan Matematika di FPMIPA Universitas Negeri Gorontalo tanggal 7 Agustus 2005.
- Wahyudin. (1999). *Kemampuan Guru Matematika, Calon Guru Matematika, dan Siswa dalam Pelajaran Matematika* (Disertasi). Bandung: IKIP Bandung.
- Yaniawati, R.P.(2001). *Pembelajaran dengan Pendekatan Open-ended dalam Upaya Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematika siswa : studi eksperimen pada salah satu SMU di Bandung*. Tesis pada PPS UPI Bandung: tidak diterbitkan
- Yusepa, B. (2004). *Pembelajaran Kelompok Tipe STAD (Student Team Achievement divisions) dalam Upaya meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematika Siswa SMU*. *Jurnal Kependidikan Metalogika Bidang Kependidikan MIPA Volume 7, Nomor2*. Bandung: FKIP UNPAS.

MATHEMATICAL MODELING DALAM PENDIDIKAN MATEMATIKA

Tata

STKIP Siliwangi Bandung
tata_al131@yahoo.co.id

ABSTRAK

Mathematical modeling memainkan peran besar dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Menurut Byl (2003), banyak penemuan besar dalam fisika yang menggunakan *Mathematical modelling* sebagai bentuk representasi dari intuisi manusia untuk menggambarkan permasalahan dunia nyata. Dalam beberapa dekade terakhir, *mathematical modeling* menjadi bahan pembicaraan dalam pendidikan matematika, dimana *modeling* (proses penggunaan matematika dalam mempresentasikan masalah) sebagai fokus pembelajaran di kelas. *Mathematical modelling* adalah suatu proses representasi masalah dunia nyata dalam bentuk matematika sebagai upaya untuk mencari solusi dari masalah tersebut. Dalam pendidikan matematika, *Mathematical modeling* tidak hanya menghubungkan antara matematika dan fenomena dunia nyata, tidak hanya membangun proses kognitif dan kemampuan berpikir siswa tetapi juga mempraktekkan kehidupan sosial di dalam kelas. *Mathematical modeling* dapat dikategorikan menjadi empat jenis: empiris, simulasi, deterministik, dan stokastik.

Kata Kunci : *Mathematical Modeling*

1. Pendahuluan

Mathematical Modeling memainkan peran besar dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Menurut Byl (2003), banyak penemuan besar dalam fisika yang menggunakan *Mathematical Modelling* sebagai bentuk representasi dari intuisi manusia untuk menggambarkan permasalahan dunia nyata. Sebagai contoh, orbit planet dapat digambarkan dalam bentuk elips, abstraksi matematik yang berbentuk kurva yang telah dipelajari sebelumnya.

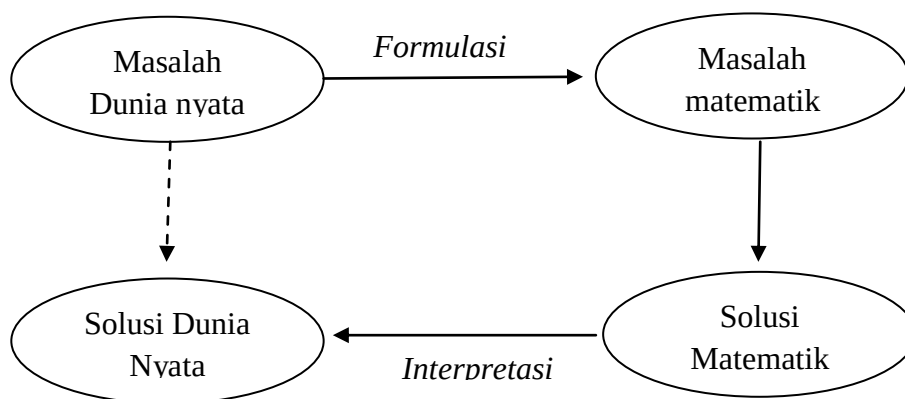
Dalam beberapa dekade terakhir, *mathematical modeling* menjadi bahan pembicaraan dalam pendidikan matematika, dimana *modeling* (proses penggunaan matematika dalam mempresentasikan masalah) sebagai fokus pembelajaran di kelas. Beberapa penelitian menganjurkan agar kemampuan siswa dalam membuat pemodelan matematika dan pembelajarannya dimasukkan dalam kurikulum pendidikan matematika. Meskipun dalam prakteknya di kelas masih ditemukan beberapa kesulitan pembelajaran baik bagi guru ataupun siswa.

Meningkatkan kemampuan *Mathematical Modeling* siswa sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematis diantaranya adalah melalui pembelajaran yang menyertakan pemodelan sebagai bagian dari proses pembelajaran matematika. Selain itu, siswa diharapkan mampu membuat generalisasi model tersebut sehingga dapat diterapkan pada permasalahan yang lain yang setara.

2. *Mathematical Modeling* Dalam Pendidikan Matematika

Menurut Cheng (2001), *Mathematical modelling* adalah suatu proses representasi masalah dunia nyata dalam bentuk matematika sebagai upaya untuk mencari solusi dari masalah tersebut. Sebuah model matematika dapat dianggap sebagai penyederhanaan dari masalah nyata atau situasi nyata ke dalam bentuk matematika, sehingga mengubah masalah nyata ke dalam suatu masalah matematika. Masalah matematika dapat diselesaikan dengan menggunakan berbagai teknik yang

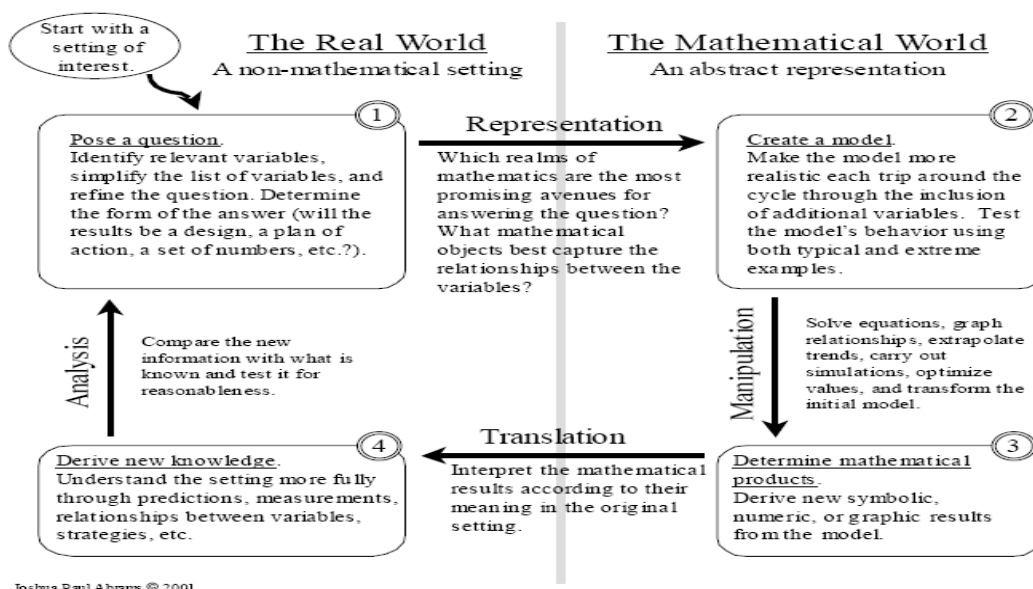
sudah dikenal untuk mendapatkan solusi matematis. Solusi ini kemudian diterjemahkan ke dalam istilah sehari-hari, seperti diagram di bawah ini:



Gambar 1: *Mathematical modeling* menurut Cheng (2001).

Menurut Gravemeijer (1994), istilah model berkaitan dengan model situasi dan model matematik yang dikembangkan oleh siswa sendiri. Peran model merupakan jembatan bagi siswa dari situasi real ke situasi abstrak atau dari matematika informal ke matematika formal. Model situasi yang dibuat oleh siswa disebut *model-of*, kemudian melalui matematisasi *model-of* akan berubah menjadi model matematis yang disebut *model-for*.

Menurut Abrams (2001), *Mathematical Modelling* adalah proses penggunaan matematika untuk mempelajari permasalahan di luar bidang matematika. Sebuah model matematika merupakan representasi dari fenomena tertentu yang berbentuk grafik, persamaan, atau algoritma. Model ini, pada gilirannya, menghasilkan pemahaman baru tentang permasalahan asli yang menjadi perhatian dan membantu siswa menyelesaikan permasalahan tersebut. Proses *Mathematical Modelling* menurut Abrams (2001) digambarkan seperti diagram di bawah ini.



Gambar 2: *Mathematical modeling* model Abrams (2001)

Heuvel-Panhuizen (2003), menjelaskan bagaimana peran model digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap matematika. Menurut Heuvel-Panhuizen, model dipandang sebagai representasi dari situasi masalah, yang mencerminkan aspek penting dari konsep-konsep matematika dan struktur yang relevan untuk situasi masalah, tetapi yang dapat memiliki

manifestasi yang berbeda. Ini berarti bahwa gambar, grafik, skema, diagram bahkan simbol dapat berfungsi sebagai model.

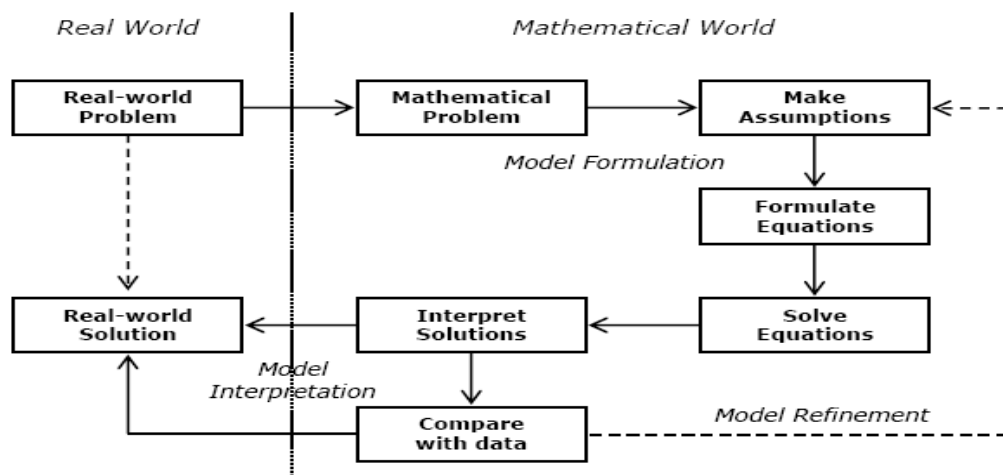
Menurut Byl (2003), fungsi pragmatis utama dari model adalah untuk mempermudah perhitungan dan memprediksi suatu fenomena. Model matematika berguna juga dalam mewakili aspek-aspek realitas yang sulit untuk divisualisasikan, dalam hal ini model berfungsi sebagai metafora dan analogi. Model berfungsi sebagai kerangka kerja konseptual yang dapat menyebabkan penemuan fisik penting. Keberhasilan luar biasa dari model matematika menunjukkan bahwa alam semesta memiliki struktur matematis yang dapat digambarkan oleh manusia.

Menurut Carrejo & Marshall (2007), *Mathematical Modeling* adalah representasi dunia nyata melalui konstruksi matematika baik secara konsep maupun sebagai alat. *Mathematical modeling* tidak hanya menghubungkan antara matematika dan fenomena dunia nyata, tidak hanya membangun proses kognitif dan kemampuan berpikir siswa tetapi juga mempraktekkan kehidupan sosial di dalam kelas.

Marshall (2007) melakukan penelitian yang berfokus pada pengembangan, konstruksi, dan penggunaan *mathematical Modelling* terhadap calon guru dalam pembelajaran sains di universitas. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan inkuiri untuk melihat keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Penelitian ini meneliti tentang makna dan peran *mathematical modelling* dan abstraksi, ketika siswa dihadapkan kepada suatu permasalahan. Marshall mengeksplorasi kemampuan peserta didik dalam membuat hubungan antara model matematika dan fenomena fisik.

Menurut Marshall (2007), Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan model dalam proses belajar mengajar ilmu pengetahuan telah diberikan pertimbangan serius oleh para peneliti pendidikan sains. Demikian juga, penelitian tentang peran model dan pemodelan dalam pendidikan matematika. Sebagai contoh, beberapa penelitian saat ini difokuskan pada pemodelan dalam pembelajaran statistik melalui cara yang sangat kontekstual dan bermakna. Para peneliti internasional melakukan studi tentang *modeling* di kelas pendidikan matematika pada skala global dan menekankan dampaknya terhadap pembelajaran matematika.

Menurut Ang (2010), *Mathematical modeling* adalah proses representasi masalah dunia nyata ke dalam istilah matematika sebagai upaya untuk memahami dan mencari solusi dari permasalahan tersebut. Sebuah model matematika dapat dianggap sebagai penyederhanaan dari masalah dunia atau situasi nyata ke dalam bentuk matematika, sehingga mengubah masalah dunia nyata ke dalam masalah matematika. Masalah matematika dapat diselesaikan dengan menggunakan teknik matematika. Solusi yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dan diterjemahkan ke dalam istilah-istilah nyata. Model Ang diilustrasikan seperti diagram di bawah ini:

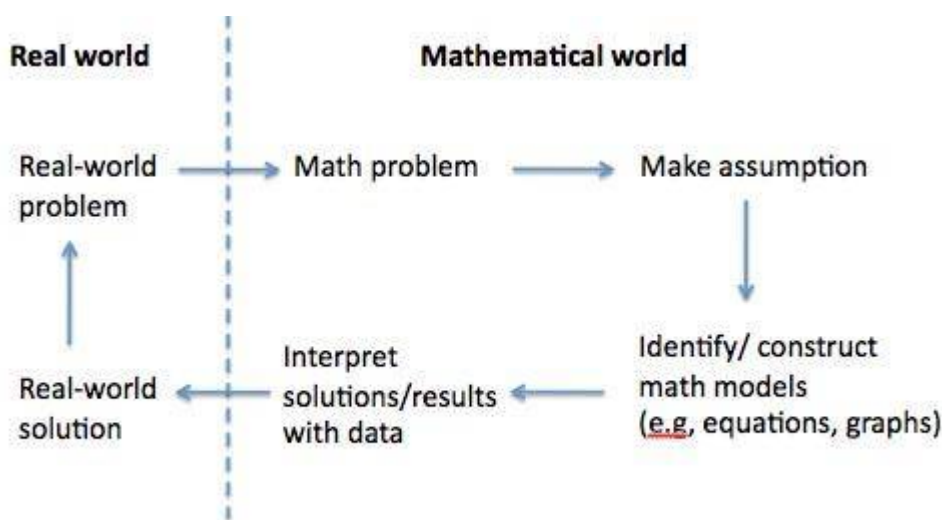


Gambar 3: *Mathematical Modeling Model Ang (2010)*

Seperti yang digambarkan pada gambar di atas, pemodelan diawali dengan masalah dunia nyata dan mencari solusi untuk masalah ini. Hal ini mungkin sulit dicapai langsung di dunia nyata,

sehingga membuat upaya untuk memahami masalah tersebut, dan kemudian menggambarkannya dalam istilah matematika. Pada tahap ini, perlu mengidentifikasi variabel yang terlibat dalam masalah dan membangun hubungan antara variabel-variabel tersebut. Selanjutnya, dikembangkan kerangka dasar untuk model. Di sini, asumsi tentang model mungkin perlu dibuat untuk masalah menjadi sederhana sehingga dapat memecahkan model menggunakan metode yang dikenal.

Meskipun belum ada kesepakatan mengenai definisi yang tepat tentang *mathematical modeling*, namun secara umum, menurut Ronda (2012), *mathematical modeling* adalah proses penerapan matematika terhadap masalah dunia nyata untuk membentuk pemahaman matematika berikutnya. Untuk meningkatkan kemampuan *mathematical modeling* menurut Ronda (2012) adalah pertama memberikan masalah dunia nyata, kemudian proses penggunaan matematika yang diperlukan, sampai menemukan solusi matematika dan tidak lagi berpikir tentang masalah awal, kecuali untuk memeriksa apakah jawaban kita masuk akal atau tidak. Dalam kasus ini pemodelan matematika adalah untuk memahami masalah dunia nyata. Proses pemodelan mungkin tidak menimbulkan pemecahan masalah, namun akan menjelaskan situasi yang sedang diselidiki. Gambar di bawah ini menunjukkan langkah-langkah kunci dalam proses pemodelan.



Gambar 4: *Mathematical modeling Model Ronda (2012)*

Menurut Ronda (2012), *Mathematical modeling* dapat dikategorikan menjadi empat jenis, yaitu: pemodelan empiris, pemodelan simulasi, pemodelan deterministik, dan pemodelan stokastik. Tiga pemodelan pertama dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran di sekolah menengah, dan pemodelan yang terakhir merupakan pemodelan tingkat lanjut.

- 1) Pemodelan empiris: berkenaan dengan penggunaan data yang terkait dengan merumuskan atau membangun hubungan matematis antar variabel dalam masalah, dengan menggunakan data yang tersedia
- 2) Pemodelan simulasi: melibatkan penggunaan program komputer atau beberapa alat teknologi untuk menghasilkan skenario berdasarkan seperangkat aturan. Aturan-aturan ini muncul dari interpretasi tentang bagaimana proses tertentu seharusnya berkembang.
- 3) Pemodelan deterministik: pada umumnya melibatkan penggunaan persamaan atau kumpulan persamaan untuk model atau memprediksi hasil dari suatu peristiwa atau nilai kuantitas.
- 4) Pemodelan stokastik: merupakan pemodelan deterministik lanjut yang mempertimbangkan keacakan dan probabilitas. Pemodelan ini sangat populer dalam bisnis dan pemasaran.

Sedangkan menurut Sriraman (2004) dalam Dewanto (2007): pemodelan matematis merujuk pada proses dalam memodelkan suatu situasi yang problematik. Pembelajaran *mathematical modeling* menurut Dewanto (2007) dimulai dengan suatu situasi masalah tertentu terkait dengan dunia nyata (dunia nyata dinyatakan sebagai sesuatu yang berkaitan dengan alam, masyarakat, budaya, termasuk kehidupan sehari-hari seperti di sekolah, di perkuliahan, atau disiplin lain di luar matematika). Situasi masalah tersebut diinterpretasi, disederhanakan, dan direstrukturisasi, dengan pengetahuan yang dimiliki siswa, menuju formulasi dari masalah. Formulasi masalah ini kemudian

dimatematisasi, menghasilkan model matematis, dan diselesaikan. Solusi matematis yang didapat diinterpretasi kembali dalam kaitannya dengan situasi masalah. Pada saat yang sama, model diperiksa, divalidasi, apakah solusi model matematis sudah dapat mewakili solusi situasi masalah. Jika diperlukan, seluruh proses diulang kembali dengan model yang dimodifikasi atau model yang lain. Dalam proses pemodelan ini, dalam setiap tahapan siswa harus mampu mempresentasikan apa yang dipikirkan, secara lisan maupun tulisan, baik dalam bentuk grafik, diagram, dan yang lainnya.

C. PENUTUP

Berdasarkan pengertian tentang *mathematical modeling* dari Cheng (2001), Gravemeijer (1994), Abrams (2001), Heuvel-Panhuizen (2003), Depdiknas (2003), Byl (2003), Dorier (2004), Carrejo & Marshall (2007), Ang (2010), Ronda (2012), secara umum *mathematical modeling* diartikan sebagai suatu proses representasi masalah dunia nyata dalam bentuk matematika sebagai upaya untuk mencari solusi dari masalah tersebut. Sebuah model matematika dapat dianggap sebagai penyederhanaan dari masalah nyata atau situasi nyata ke dalam bentuk matematika, sehingga mengubah masalah nyata ke dalam suatu masalah matematika. Model matematika merupakan representasi dari fenomena tertentu yang berbentuk grafik, persamaan, atau algoritma. Model juga dipandang sebagai representasi dari situasi masalah, yang mencerminkan aspek penting dari konsep-konsep matematika dan struktur yang relevan untuk situasi masalah, tetapi yang dapat memiliki manifestasi yang berbeda. Ini berarti bahwa gambar, grafik, skema, diagram bahkan simbol dapat berfungsi sebagai model.

Pemodelan matematik (*mathematical modeling*) mempunyai arti yang berbeda dengan model matematik. Pemodelan merujuk pada suatu proses terbentuknya model matematik, sedangkan model matematik adalah produk atau hasil dari pemodelan matematik yang merupakan representasi abstrak yang berbentuk simbol, persamaan, grafik, tabel, diagram, maupun gambar matematik atau yang lainnya yang merupakan representasi matematis dari permasalahan di luar matematika.

Proses pemodelan matematik yang digambarkan oleh Cheng (2001), Gravemeijer (1994), Abrams (2001), Depdiknas (2003), Dorier (2004), Ang (2010), Ronda (2012), kesemuanya mempunyai keserupaan bentuk. Dimana proses pemodelan matematik diawali dengan permasalahan dunia nyata, kemudian merubah permasalahan tersebut menjadi permasalahan matematik, dari permasalahan matematika sehingga terbentuk model matematik yang merupakan representasi dari permasalahan awal dalam bentuk simbol, persamaan, grafik ataupun representasi abstrak matematis yang lain, kemudian diselesaikan dengan kaidah-kaidah pemecahan matematis sehingga diperoleh pemecahan matematis. Pemecahan matematis yang diperoleh divalidasi dengan mengecek kembali kesesuaian dengan permasalahan awal, apabila solusi matematis merupakan jawaban yang sesuai maka solusi tersebut ditafsirkan menjadi solusi permasalahan awal. Namun jika solusi matematis tersebut tidak sesuai, maka model matematika harus diganti atau dimodifikasi dan proses pemodelan harus dimulai dari awal.

DAFTAR PUSTAKA

Ang K. (2010), *Teaching and Learning Mathematical Modelling with Technology*. Singapore: National Institute of Education. Nanyang Technological University

- Abrams JP. (2001). Mathematical Modeling: Teaching the Open-ended Application of Mathematics. "Teaching Mathematical Modeling and the Skills of Representation" NCTM 2001 Yearbook.
- Byl J. (2003). *Mathematical Models and Reality*. published in Proceedings of the 2003 Conference of the Association for Christians in the Mathematical Sciences. Canada: Trinity western University
- Bermejo V & Diaz JJ. (2007). The Degree of Abstraction in Solving Addition and Subtraction Problems. *The Spanish Journal of Psychology* 2007, vol 10, No.2, 285-293. ISSN 1138-7416.
- Bonotto, C. (2008). *Realistic Mathematical Modeling and Problem Posing*. Italy: University of Padova, Department of Pure and Applied Mathematics.
- Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, H-W. & Niss, M. (2007). *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI Study*. Springer.
- Blum, W. et al. (2002). ICMI Study 14: Application and modelling in mathematics education– Discussion document. *Educational Studies in Mathematics* 51(1-2), 149-171.
- Boromeo Ferri, R.(2006). *Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process*, ZDM 2006 Vol.38 (2). S. 86-95.
- Blum, W. & Leiss, D. (2005). *How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? The example "Sugarloaf"*. In: ICTMA 12 Proceedings, S. 222-231
- Carrejo DJ & Marshall J. (2007). What is Mathematical Modelling? Exploring Prospective Teachers' Use of Experiments to Connect Mathematics to the Study of Motion, *Mathematics Education Research Journal* 2007, Vol. 19, No. 1, 45–76
- Cheng AK. (2001). *Teaching Mathematical Modelling in Singapore Schools*. Singapore: National Institute of Education
- Drachova SV, Hollingsworth, Jacobs D, Krone J, and Sitaraman M. (2011). *A Systematic Approach to Teaching Abstraction and Mathematical Modeling*. USA: Clemson University. School of Computing 100 McAdams.
- De Lange, J. (1989). Trends and Barriers to Applications and Modelling in Mathematics Curricula. In W. Blum, M. Niss, I. Huntley, (Eds.). *Modelling, applications and applied problem solving* (pp.196-204). hichester: Ellis Horwood.
- Dewanto, SP. (2007). *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel Matematis Mahasiswa melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Disertasi pada SPs UPI Bandung.
- Gravemeijer K. (1994). *Developing Realistic Mathematics education*. Utrecht: Freudenthal Institute. ISBN 90-73346-22-3.
- Gallardo, PC. (2008). Mathematical Applications and Modelling in the Teaching and Learning of Mathematics: Mathematical Models in the Context of Sciences. *Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical ducation in Monterrey*, Mexico, July 6-13. Papers presented orally during the TSG21 sessions at ICME-11. p. 121-131.
- Galbraith, P. (1995). Modelling, Teaching, Reflecting – What I have learned. In C. Sloyer, W. Blum, & I. Huntley (Eds.), *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications* (pp.21-45). Yorklyn: Water Street Mathematics.
- Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The Didactical Use of Models in Realistic Mathematics Education: an Example from a Longitudinal Trajectory on Percentage. *Educational Studies in Mathematics*. 54: 9–35, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Marshall DJ. (2007). *What is Mathematical Modelling? Exploring Prospective Teachers' Use of Experiments to Connect Mathematics to the Study of Motion*. Texas: El Paso University of Texas
- Maab, K. (2006). *What are modelling competencies?* University of Education, Freiburg. ZDM Vol. 38 (2). Kunzenweg 21. D-79117 Freiburg. Germany, Email: katja.maass@ph-freiburg.de
- Ronda E. (2012). *What ia Mathematical Modeling*. Mathematics for Teaching. <http://math4teaching.com/> (diakses tanggal 9 oktober 2012).
- Rojano, T. (2002). Mathematical Learning in the Junior Secondary School: Students' Access to Significant Mathematical Ideas. *Handbook of International Research in Mathematics Education*. ISBN0-8058-4205-5. h. 143-163.

PEMBELAJARAN GEOMETRI DENGAN PENDEKATAN SAVI BERBANTUAN WINGEOM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN GENERALISASI MATEMATIS SISWA SMP

Harry Dwi Putra

Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
harry_dp@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah perbedaan peningkatan kemampuan generalisasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom dan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Selain itu diungkap pula aktivitas dan sikap siswa dalam pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom. Desain penelitian ini adalah kelompok eksperimen dan kontrol dengan *pretest* dan *posttest*. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom dan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Untuk memperoleh data penelitian digunakan instrumen berupa tes kemampuan generalisasi matematis, skala sikap siswa, dan lembar observasi. Penelitian ini dilakukan di Sekolah Menengah Pertama dengan level menengah (sedang). Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII SMP Negeri 29 Bandung dengan sampel adalah siswa kelas VII-I sebagai kelompok eksperimen dan kelas VII-F sebagai kelompok kontrol yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan tujuan siswa di kelas tersebut mampu mengoperasikan komputer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Berdasarkan analisis data skala sikap siswa menunjukkan sikap siswa yang positif terhadap pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom.

Kata kunci: Pembelajaran SAVI berbantuan Wingeom, kemampuan generalisasi matematis.

1. Pendahuluan

Dewasa ini dunia pendidikan dihadapkan pada tantangan mampu melahirkan sumber daya manusia (SDM) yang memenuhi tuntutan global, sebab pendidikan merupakan suatu wadah kegiatan untuk membangun masyarakat dan karakter bangsa secara berkesinambungan, yaitu membina mental, intelektual, dan kepribadian dalam rangka membentuk manusia seutuhnya. Oleh karena itu, pendidikan perlu mendapat perhatian, penanganan, dan prioritas secara intensif dari pemerintah, masyarakat, maupun pengelola pendidikan.

Pembelajaran merupakan suatu proses yang tidak hanya mentransfer informasi dari guru kepada siswa, tetapi juga melibatkan berbagai tindakan dan kegiatan agar hasil belajar menjadi lebih baik. Namun, pembelajaran di kelas masih berfokus kepada guru sebagai satu-satunya sumber pengetahuan dengan metode ceramah sebagai pilihan utama, sehingga proses pembelajaran yang terjadi secara satu arah, siswa hanya mengetahui dan tidak mengalami apa yang dipelajarinya. Dalam hal ini, guru aktif sedangkan siswa pasif. Paradigma “guru mengajar” masih dipertahankan dan belum berubah menjadi paradigma “siswa belajar”. Meier (2002: 42) mengatakan bahwa:

Learning doesn't automatically improve by having people stand up and move around. But combining physical movement with intellectual activity and the use of all the senses can have a profound effect on learning.

Guru ditekankan untuk lebih memenuhi target pencapaian kurikulum daripada target penguasaan materi. Proses ini telah mengabaikan sisi perkembangan individu siswa sebagai manusia yang tidak hanya diajar secara intelektual, tetapi diperlukan kemampuan mengambil makna dari apa yang diperolehnya. Banyak sekali guru matematika yang menggunakan waktu pelajaran 45 menit secara tidak efektif dan rutinitas. Hal ini dapat membahayakan dan merusak seluruh minat siswa (Sobel dan Maletsky, 2004).

Realitas inilah yang terus mengukuhkan posisi pelajaran matematika sebagai pelajaran yang menakutkan bagi sebagian siswa dan menggejala baik di tingkat SD, SMP, maupun SMA (Turmudi, 2008). Bagi banyak orang, nama matematika menimbulkan kenangan masa sekolah yang merupakan beban berat. Bahkan Piaget mengungkapkan bahwa siswa cerdas sekalipun secara sistematis menemui kegagalan dalam pelajaran matematika (Maier, 1985). Hal ini diperkuat oleh Ruseffendi (1991) yang menyatakan bahwa matematika (ilmu pasti) bagi anak-anak pada umumnya merupakan mata pelajaran yang tidak disenangi, kalau bukan mata pelajaran yang paling dibenci. Hal ini terlihat dari rendahnya hasil belajar matematika yang diperoleh siswa. Lebih dari itu suasana belajar menjadi tidak menarik, cenderung membosankan, dan rutinitas belaka (Asyhadi, 2005).

Keadaan ini sangat ironis dengan kedudukan dan peran matematika untuk pengembangan ilmu pengetahuan. Ternyata matematika hingga saat ini belum menjadi pelajaran yang difavoritkan. Faktor klasik yang menyebabkan rendahnya hasil belajar matematika siswa salah satunya adalah pembelajaran yang diselenggarakan guru di sekolah. Widdiharto (2004) menyatakan bahwa pembelajaran matematika di SMP cenderung berorientasi pada buku teks, guru mendominasi pembelajaran, dan materi matematika kurang berkaitan dengan konteks dunia nyata siswa. Kebanyakan guru dalam mengajar masih kurang memperhatikan kemampuan berpikir siswa, atau dengan kata lain tidak mempertimbangkan tingkat kognitif siswa sesuai dengan perkembangan usianya.

Berbagai penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa, yang secara spesifik pada kemampuan matematisnya. Salah satu kemampuan matematis yang berperan penting dalam keberhasilan siswa adalah kemampuan penalaran. Hal ini dikarenakan matematika dan penalaran adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Matematika dipahami melalui penalaran, sedangkan penalaran dipahami dan dilatihkan melalui belajar matematika. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan Prowsri dan Jearakul (Priatna, 2003) pada siswa sekolah menengah Thailand, terdapat keterkaitan yang signifikan antara kemampuan penalaran dengan hasil belajar matematika mereka. Hal ini menunjukkan kemampuan penalaran berperan penting dalam keberhasilan siswa. Siswa dengan kemampuan penalaran yang baik diharapkan memiliki prestasi belajar matematika yang baik pula.

Salah satu penalaran yang penting dikuasai oleh siswa adalah generalisasi. Generalisasi merupakan bagian dari penalaran induktif. Ruseffendi (Rahman, 2004) mengungkapkan bahwa membuat generalisasi adalah membuat konklusi atau kesimpulan berdasarkan kepada pengetahuan (pengalaman) yang dikembangkan melalui contoh-contoh kasus. Dalam melakukan penarikan kesimpulan (generalisasi) siswa dapat membuat konjektur berdasarkan pengamatan dari fakta-fakta yang diberikan, baik itu pola tumbuh dan pola berulang yang dinyatakan dengan bilangan (aritmetika) atau gambar (geometri). Konjektur ini sangat membantu siswa dalam melakukan penarikan kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian, Wahyudin (1999) menemukan bahwa salah satu kelemahan yang ada pada siswa adalah kurang memiliki kemampuan bernalar yang logis dalam menyelesaikan persoalan atau soal-soal matematika. Sejalan dengan itu, hasil penelitian Rif'at (Suzana, 2003) juga menunjukkan kelemahan kemampuan matematika siswa dilihat dari kinerja dalam bernalar. Misalnya, kesalahan dalam penyelesaian soal matematika disebabkan karena kesalahan menggunakan logika deduktif. Hal senada juga dikemukakan oleh Matz (Priatna, 2003) bahwa kesalahan yang dilakukan siswa sekolah menengah dalam mengerjakan soal matematika dikarenakan kurangnya penalaran terhadap kaidah dasar matematika. Sementara itu Vinner *et al.*

(Suzana, 2003) mengemukakan bahwa kesalahan siswa dalam memahami konsep matematika disebabkan karena proses generalisasi yang tidak tepat.

Beberapa temuan di atas menunjukkan kemampuan penalaran siswa khususnya generalisasi masih rendah. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Priatna (2003) yang menemukan bahwa kualitas kemampuan penalaran (generalisasi) matematika siswa SMP masih rendah karena skornya hanya 49% dari skor ideal. Kemampuan generalisasi matematis siswa yang rendah serta sikap negatif siswa terhadap pelajaran matematika, tidak terlepas dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan di kelas. Siswa hendaknya diberi kesempatan untuk menggali dan menemukan sendiri konsep-konsep matematika dengan lebih banyak terlibat didalam proses pembelajaran.

Salah satu cabang matematika di sekolah yang memiliki ruang lingkup yang luas adalah geometri. Berdasarkan penyebaran standar kompetensi untuk satuan pendidikan SMP, materi geometri mendapatkan porsi yang paling besar (41%) dibandingkan dengan materi lain seperti aljabar (29%), bilangan (18%), serta statistika dan peluang (12%). Namun, penguasaan siswa dalam memahami konsep geometri masih rendah dan perlu ditingkatkan (Abdussakir, 2009). Begitu juga dengan Jiang (2008) yang menuturkan bahwa salah satu bagian dari matematika yang sangat lemah diserap oleh siswa di sekolah adalah geometri, di mana kebanyakan siswa yang memasuki sekolah menengah atas memiliki pengetahuan ataupun pengalaman yang terbatas mengenai geometri.

Ruseffendi (Mulyana, 2003) mengungkapkan salah satu manfaat pengajaran geometri adalah untuk meningkatkan berfikir logis dan kemampuan membuat generalisasi yang benar. Menurut Sabandar (2002) pengajaran geometri di sekolah diharapkan akan memberikan sikap dan kebiasaan sistematis bagi siswa untuk bisa memberikan gambaran tentang hubungan-hubungan di antara bangun-bangun tersebut. Oleh karena itu, perlu disediakan kesempatan serta peralatan yang memadai agar siswa bisa mengobservasi, mengeksplorasi, mencoba, serta menemukan prinsip-prinsip geometri lewat aktivitas informal untuk kemudian meneruskannya dengan kegiatan formal menerapkannya apa yang mereka pelajari.

Mengingat pentingnya pembelajaran geometri di sekolah, tetapi kurangnya penguasaan konsep geometri bagi siswa menyebabkan terhambatnya penguasaan materi ajar lainnya. Kemungkinan terbesar penyebab dari permasalahan ini adalah cara pengajaran guru yang selalu berfokus pada buku ajar dan kurangnya strategi atau pendekatan pembelajaran yang dapat memudahkan siswa dalam belajar geometri. Ruseffendi (1991) menyatakan apabila menginginkan siswa belajar geometri secara bermakna, tahap pengajaran disesuaikan dengan tahap berfikir siswa, sehingga siswa dapat memahaminya dengan baik untuk memperkaya pengalaman dan berfikir siswa, juga untuk persiapan meningkatkan berfikirnya pada tahap yang lebih tinggi.

NCTM (Siregar, 2009) menyatakan bahwa secara umum kemampuan geometri yang harus dimiliki siswa adalah:

- (1) Mampu menganalisis karakter dan sifat dari bentuk geometri baik 2D atau 3D, dan mampu membangun argumen-argumen matematika mengenai hubungan geometri dengan yang lainnya.
- (2) Mampu menentukan kedudukan suatu titik dengan lebih spesifik dan gambaran hubungan spasial dengan menggunakan koordinat geometri serta menghubungkannya dengan sistem yang lain.
- (3) Aplikasi transformasi dan menggunakannya secara simetris untuk menganalisis situasi matematika.
- (4) Menggunakan visualisasi, penalaran spasial, dan model geometri untuk memecahkan permasalahan.

Untuk itu NCTM (Mulyana, 2003) menganjurkan agar dalam pembelajaran geometri siswa dapat memvisualisasikan, menggambarkan, serta memperbandingkan bangun-bangun geometri dalam berbagai posisi, sehingga siswa dapat memahaminya.

Salah satu pendekatan yang dipandang dapat memfasilitasi pembelajaran geometri adalah pendekatan SAVI. Meier (2002) mengemukakan pembelajaran dengan pendekatan SAVI adalah pembelajaran yang menggabungkan gerakan fisik dengan aktivitas intelektual dan penggunaan

semua indra yang dapat berpengaruh besar pada pembelajaran. Unsur-unsur dari pendekatan SAVI antara lain: Somatis (belajar dengan berbuat), misalnya siswa diminta menggambarkan bangun geometri ruang. Auditori (belajar dengan mendengarkan), seperti siswa diminta mengungkapkan pendapat atas informasi yang telah didengarkan dari penjelasan guru, misalnya siswa diminta menjelaskan perbedaan persegi dengan belah ketupat. Visual (belajar dengan mengamati dan menggambarkan), melalui bantuan program Wingeom siswa diharapkan dapat mengamati bangun-bangun geometri secara jelas dan mampu menggambarkannya. Intelektual (belajar dengan memecahkan masalah dan merenungkan), misalnya siswa diminta mengerjakan soal-soal latihan dari materi yang telah dijelaskan oleh guru.

Menurut Meier (2002) pembelajaran geometri menjadi optimal apabila keempat unsur SAVI tersebut terdapat dalam satu peristiwa pembelajaran. Siswa akan belajar sedikit tentang konsep-konsep geometri dengan menyaksikan presentasi (Visual), tetapi mereka dapat belajar lebih banyak jika mereka dapat melakukan sesuatu (Somatis), membicarakan atau mendiskusikan apa yang mereka pelajari (Auditori), serta memikirkan dan mengambil kesimpulan atau informasi yang mereka peroleh untuk diterapkan dalam menyelesaikan soal (Intelektual).

Dalam pembelajaran dengan pendekatan SAVI digunakan *dynamic geometry software*, yaitu Wingeom sebagai media visual bagi siswa. Program Wingeom memuat geometri dimensi dua dan tiga dalam jendela yang terpisah. Salah satu fasilitas menarik yang dimiliki program ini adalah fasilitas animasi yang begitu mudah, misalnya benda-benda dimensi dua atau tiga dapat diputar sehingga visualisasinya akan tampak begitu jelas.

Menurut David Wees (Rahman, 2004) ada beberapa pertimbangan tentang penggunaan *dynamic geometry software* seperti Wingeom dalam pembelajaran matematika, khususnya geometri, di antaranya memungkinkan siswa untuk aktif dalam membangun pemahaman geometri. Program ini memungkinkan visualisasi sederhana dari konsep geometris yang rumit dan membantu meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep tersebut. Siswa diberikan representasi visual yang kuat pada objek geometri, siswa terlibat dalam kegiatan mengkonstruksi sehingga mengarah kepada pemahaman geometri yang mendalam, sehingga siswa dapat melakukan penalaran yang baik, terutama pada kemampuan generalisasi.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Apakah kemampuan generalisasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional?
- 2) Bagaimana sikap siswa terhadap pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom?

1.2. Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh deskripsi tentang pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom terhadap kemampuan generalisasi matematis siswa. Secara khusus, penelitian ini bertujuan:

- 1) Mengkaji kemampuan generalisasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom.
- 2) Mengkaji sikap siswa terhadap pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang berarti bagi pihak-pihak tertentu yang berperan dalam dunia pendidikan, di antaranya:

- 1) Bagi guru, pembelajaran dengan pendekatan SAVI dapat menjadi alternatif pembelajaran matematika lainnya dan memberikan pengalaman mengembangkan strategi dengan menggunakan media komputer dalam pembelajaran.

- 2) Bagi siswa, pembelajaran dengan pendekatan SAVI memberikan pengalaman baru dalam belajar matematika, mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran di kelas, serta membantu siswa meningkatkan kemampuan bernalarnya.
- 3) Bagi sekolah, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan masukan dalam menerapkan inovasi model pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom guna meningkatkan mutu pendidikan.
- 4) Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat menjadi salah satu bahan rujukan/referensi tambahan untuk melakukan penelitian mengenai pembelajaran dengan pendekatan SAVI di sekolah.

2. Kemampuan Generalisasi Matematis dan Pendekatan SAVI

2.1. Kemampuan Generalisasi Matematis

Generalisasi merupakan terjemahan dari *generalization* yang artinya perumuman. Soekadijo (1999) mengatakan bahwa penalaran yang menyimpulkan suatu konklusi yang bersifat umum dari premis-premis yang berupa proposisi empirik itu disebut dengan generalisasi.

Rahman (2004) mengatakan bahwa generalisasi adalah proses penarikan kesimpulan dimulai dengan memeriksa keadaan khusus menuju kesimpulan umum. Penalaran tersebut mencakup pengamatan contoh-contoh khusus dan menemukan pola atau aturan yang melandasinya. Selanjutnya Trisnadi (2006) mengungkapkan bahwa generalisasi adalah menyatakan pola, menentukan struktur/data/gambaran/suku berikutnya, dan memformulasikan keumuman secara simbolis.

Generalisasi dapat diartikan sebagai pernyataan yang berlaku umum untuk semua atau sebagian besar peristiwa. Winkel (Rahman, 2004) melakukan generalisasi dengan menangkap struktur pokok, pola, dan prinsip-prinsip umum. Siswa akan mampu mengadakan generalisasi, yaitu menangkap ciri-ciri atau sifat umum yang terdapat dari sejumlah hal-hal khusus, apabila siswa telah memiliki konsep, kaidah, prinsip (kemahiran intelektual), dan siasat-siasat memecahkan masalah tersebut.

Menurut Soekadijo (1999) generalisasi memuat beberapa syarat, di antaranya adalah:

- (1) generalisasi harus tidak terbatas secara numerik, artinya generalisasi tidak boleh terikat kepada jumlah tertentu.
- (2) generalisasi harus tidak terbatas secara *spasio-temporal*, artinya tidak boleh terbatas dalam ruang dan waktu. Jadi harus berlaku di mana saja dan kapan saja.
- (3) generalisasi harus dapat dijadikan dasar pengandaian.

Ward dan Hardgrove (Trisnadi, 2006) mendeskripsikan bahwa proses generalisasi meliputi: mengobservasi data, membuat hubungan yang mungkin, dan formulasi konjektur. Proses generalisasi matematika menurut Mason (Rahman, 2004) terdiri dari 4 tahap, yaitu:

a. Tahap *Perception of Generality*

Pada tahap ini siswa baru sampai pada tahap mengenal sebuah aturan/pola. Pada tahap ini siswa juga telah mampu mempersepsi atau mengidentifikasi pola. Siswa telah mengetahui bahwa masalah yang disajikan dapat diselesaikan menggunakan aturan/pola.

b. Tahap *Expression of Generality*

Pada tahap ini siswa telah mampu menggunakan hasil identifikasi pola untuk menentukan struktur/data/gambar/suku berikutnya. Pada tahap ini siswa juga telah mampu menguraikan sebuah aturan/pola, baik secara numerik maupun verbal.

c. Tahap *Symbolic Expression of Generality*

Pada tahap ini siswa telah mampu menghasilkan sebuah aturan dan pola umum. Selain daripada itu siswa juga telah mampu memformulasikan keumuman secara simbolis.

d. Tahap *Manipulation of Generality*

Pada tahap ini siswa telah mampu menggunakan hasil generalisasi untuk menyelesaikan masalah, dan mampu menerapkan aturan/pola yang telah mereka temukan pada berbagai persoalan.

Generalisasi didasari oleh prinsip apa yang beberapa kali terjadi dalam kondisi tertentu dapat diharapkan akan selalu terjadi apabila kondisi yang sama terpenuhi (Soekadijo, 1999). Oleh karena itu hasil penalaran secara generalisasi hanya suatu harapan atau dugaan. Hal ini sejalan dengan Ruseffendi (Trisnadi, 2006) yang menyatakan bahwa membuat generalisasi adalah membuat perkiraan atau terkaan berdasarkan pengetahuan (pengalaman) yang dikembangkan melalui fakta-fakta khusus.

Kesimpulan dari hasil penalaran generalisasi hanya suatu harapan, suatu kepercayaan yang berupa suatu probabilitas. Tinggi-rendahnya probabilitas konklusi itu dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang disebut faktor-faktor probabilitas. Soekadijo (1999) mengatakan bahwa faktor-faktor probabilitas yang berhubungan dengan generalisasi memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- (1) makin besar jumlah fakta yang dijadikan dasar penalaran, makin tinggi probabilitas konklusinya.
- (2) makin besar jumlah faktor keserupaan di dalam premis, makin rendah probabilitas konklusinya dan sebaliknya.
- (3) makin besar jumlah faktor disanaloginya di dalam premis, makin tinggi probabilitas konklusinya dan sebaliknya.
- (4) semakin luas konklusinya semakin rendah probabilitasnya dan sebaliknya.

Pengertian kemampuan generalisasi matematis dalam penelitian ini adalah proses penarikan kesimpulan dengan memeriksa keadaan khusus menuju kesimpulan umum (induktif).

2.2. Pendekatan SAVI

Pembelajaran adalah suatu kegiatan yang menyediakan kondisi yang merangsang dan mengarahkan kegiatan belajar siswa sebagai subjek belajar untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap yang dapat membawa perubahan tingkah laku maupun kesadaran diri sebagai pribadi (Kamulyan dan Surtikanti, 1999).

Pembelajaran dengan pendekatan SAVI merupakan pembelajaran dengan menggabungkan gerakan fisik dan aktifitas intelektual serta melibatkan semua indera yang berpengaruh besar dalam pembelajaran. Pendekatan SAVI dikembangkan oleh Dave Meier dalam bukunya *The Accelerated Learning Handbook*, yang berpendapat bahwa manusia memiliki empat dimensi, yaitu tubuh atau somatis (S), pendengaran atau auditori (A), penglihatan atau visual (V), dan pemikiran atau Intelektual (I). Prinsip dasar pendekatan SAVI sejalan dengan gerakan *Accelerated Learning*, yaitu: pembelajaran melibatkan seluruh pikiran dan tubuh, pembelajaran berarti berkreasi bukan mengkonsumsi, bekerjasama membantu proses pembelajaran, pembelajaran berlangsung pada banyak tingkatan secara simultan, belajar berasal dari mengerjakan pekerjaan itu sendiri dengan umpan balik, emosi positif sangat membantu pembelajaran, dan otak-citra menyerap informasi secara langsung dan otomatis.

Pendekatan SAVI juga menganut aliran ilmu kognitif modern yang menyatakan bahwa belajar yang paling baik adalah melibatkan emosi, seluruh tubuh, semua indera, dan segenap kedalaman serta keluasan pribadi, menghormati gaya belajar individu lain dengan menyadari bahwa orang belajar dengan cara-cara yang berbeda.

Unsur-unsur pendekatan SAVI adalah belajar Somatis, belajar Auditori, belajar Visual, dan belajar Intelektual. Apabila keempat unsur ini berada dalam setiap pembelajaran, maka siswa dapat belajar secara optimal. Berikut akan dijelaskan unsur-unsur pendekatan SAVI tersebut.

a. Belajar Somatis

Belajar somatis berarti belajar dengan indera peraba, kinetis, praktis melibatkan fisik dan menggunakan serta menggunakan tubuh sewaktu belajar. Menurut penelitian, tubuh dan pikiran bukan merupakan dua bagian yang tak terpisahkan. Keduanya adalah satu. Intinya, tubuh adalah pikiran dan pikiran adalah tubuh. Menghalangi fungsi tubuh dalam belajar berarti kita menghalangi fungsi pikiran sepenuhnya. Untuk merangsang hubungan pikiran dan tubuh dalam pembelajaran matematika, maka perlu diciptakan suasana belajar yang dapat membuat siswa bangkit dan berdiri

dari tempat duduk serta aktif secara fisik dari waktu ke waktu. Kegiatan dalam belajar somatis ini misalnya, siswa diminta menggambarkan bangun geometri ruang.

b. Belajar Auditori

Belajar auditori berarti belajar dengan melibatkan kemampuan auditori (pendengaran). Ketika telinga menangkap dan menyimpan informasi auditori, beberapa area penting di otak menjadi aktif. Dengan merancang pembelajaran matematika yang menarik saluran auditori, guru dapat melakukan tindakan seperti mengajak siswa membicarakan materi apa yang sedang dipelajari. Siswa diminta mengungkapkan pendapat atas informasi yang telah didengarkan dari penjelasan guru. Dalam hal ini siswa diberi pertanyaan oleh guru tentang materi yang telah diajarkan. Misalnya, siswa diminta menjelaskan perbedaan persegi dengan belah ketupat.

c. Belajar Visual

Belajar visual adalah belajar dengan melibatkan kemampuan visual (penglihatan), dengan alasan bahwa di dalam otak terdapat lebih banyak perangkat memproses informasi visual daripada indera yang lain. Dalam merancang pembelajaran matematika yang menarik kemampuan visual, digunakan program Wingeom agar siswa dengan jelas dapat mengetahui bangun-bangun geometri yang dipelajari.

d. Belajar Intelektual

Belajar intelektual adalah bagian untuk merenung, mencipta, memecahkan, masalah dan membangun makna. Belajar intelektual berarti menunjukkan apa yang dilakukan siswa dalam pikiran mereka secara internal ketika mereka menggunakan kecerdasan untuk merenungkan suatu pengalaman dan menciptakan hubungan makna, rencana, dan nilai dari pengalaman tersebut. Dalam proses belajar Intelektual, siswa diminta mengerjakan soal-soal latihan dari materi yang telah dijelaskan oleh guru.

3. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan eksperimental. Penelitian dilakukan dengan cara memberikan perlakuan terhadap subjek berupa penggunaan metode pembelajaran yang berbeda. Pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom diberikan kepada siswa kelompok eksperimen, sedangkan pembelajaran konvensional diberikan kepada siswa kelompok kontrol. Pada penelitian ini diperlukan sekolah yang memiliki laboratorium komputer dan siswanya mampu mengoperasikan komputer.

Desain penelitian yang digunakan adalah *non randomized pretest-posttest control group design* (Fraenkel dan Wallen, 1993).

O	X	O
O		O

Keterangan:

O : *Pretest* dan *posttest* (tes kemampuan generalisasi matematis siswa).

X : Pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMP Negeri 29 Bandung kelas VII pada Semester II Tahun Pelajaran 2010/2011. SMP Negeri 29 Bandung dipilih sebagai tempat penelitian karena merupakan sekolah dengan level menengah (sedang). Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik *purposive sampling* (sampel acak bertujuan). Teknik *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel secara sengaja dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2008). Sampel yang nantinya terpilih tidak berdasarkan pengacakan, peneliti menerima sampel yang sudah terbentuk sebelumnya. Hal ini dilakukan karena pada penelitian ini diperlukan sekolah yang memiliki laboratorium komputer dan siswanya mampu mengoperasikan komputer.

4. Instrument Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga jenis instrumen, yaitu tes kemampuan generalisasi matematis, skala sikap siswa, serta lembar observasi. Tes yang digunakan terdiri dari tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Tes yang diberikan pada setiap kelas eksperimen dan kontrol, baik soal-soal untuk *pretest* maupun *posttest* adalah sama. Tes awal dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dan digunakan sebagai tolak ukur peningkatan prestasi belajar sebelum mendapatkan pembelajaran dengan metode yang akan diterapkan, sedangkan tes akhir dilakukan untuk mengetahui perolehan hasil belajar dan ada tidaknya pengaruh yang signifikan setelah mendapatkan pembelajaran dengan metode yang telah diterapkan. Jadi, pemberian tes pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar kemampuan generalisasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom dan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Skala sikap bertujuan untuk mengetahui sikap siswa terhadap proses pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom. Skala sikap ini berupa angket yang terdiri dari pernyataan positif dan negatif. Pembuatan skala sikap berpedoman pada bentuk skala Likert dengan lima opsi, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral atau ragu-ragu atau tidak tahu (N), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Lembar observasi digunakan untuk mengetahui aktivitas guru dan siswa selama pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom berlangsung. Aktivitas guru yang diamati adalah kemampuan guru melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom. Hal ini bertujuan untuk memberikan refleksi pada pembelajaran, agar pembelajaran berikutnya menjadi lebih baik. Aktivitas siswa yang diamati adalah keaktifan siswa dalam memperhatikan penjelasan guru, bekerjasama dalam kelompok, menanggapi dan mengemukakan pendapat, serta keterampilan dalam menggunakan program Wingeom. Observasi dilakukan oleh peneliti dan guru matematika.

5. Analisis Data dan Pembahasan

5.1. Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa

Berdasarkan skor *pretest* dan *posttest* kemampuan generalisasi matematis siswa diperoleh skor minimum ($x_{\min}$), skor maksimum ($x_{\max}$), skor rerata ($\bar{x}$), persentase (%), dan standar deviasi (s) seperti pada tabel berikut.

**Tabel H.1. Rekapitulasi Skor *Pretest* dan *Posttest*
Kemampuan Generalisasi Matematis Siswa**

Kelas	Data	Skor Ideal	Pretest					Posttest				
			$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x}$	%	s	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x}$	%	s
Eksperimen	36	16	2	7	4,56	28,47	1,30	9	16	12,78	79,86	1,85
Kontrol	36	16	3	7	4,50	28,13	1,13	7	16	11,61	72,57	1,90

Berdasarkan Tabel H.1 terlihat bahwa rerata skor *pretest* kelas eksperimen dan kontrol berturut-turut 4,56 dan 4,50. Hal ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* kelas eksperimen dan kontrol. Sedangkan rerata skor *posttest* kelas eksperimen dan kontrol berturut-turut 12,78 dan 11,61. Secara kasat mata, rerata skor *posttest* kelas eksperimen meningkat sebesar 8,22 sedangkan kelas kontrol meningkat sebesar 7,11 dari skor *pretest*. Selisih perbedaan rerata skor *posttest* kelas eksperimen dan kontrol sebesar 1,17. Selanjutnya diuji apakah perbedaan rerata tersebut signifikan menggunakan uji-t. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa rerata kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan generalisasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran menggunakan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Hal ini disebabkan karena adanya LKS yang menuntun siswa dalam membuat generalisasi terhadap bangun segiempat yang mereka pelajari.

5.2. Skala Sikap Siswa

Analisis sikap siswa meliputi sikap siswa terhadap pelajaran matematika, pembelajaran dengan pendekatan SAVI, dan pembelajaran berbantuan Wingeom. Skor netral siswa adalah 3,00.

Berdasarkan Tabel H.2 di bawah ini, terlihat bahwa sikap siswa terhadap pelajaran matematika menunjukkan rerata yang positif, karena skor sikap siswa berada diatas skor netralnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mempunyai sikap yang positif terhadap pelajaran matematika.

Begitu juga dengan sikap siswa terhadap pembelajaran dengan pendekatan SAVI menunjukkan rerata yang positif, karena skor sikap siswa berada diatas skor netralnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mempunyai sikap yang positif terhadap pembelajaran dengan pendekatan SAVI.

Sama halnya dengan sikap siswa terhadap pembelajaran berbantuan Wingeom juga menunjukkan rerata yang positif, karena skor sikap siswa berada diatas skor netralnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mempunyai sikap yang positif terhadap pelajaran matematika, pembelajaran dengan pendekatan SAVI, dan pembelajaran berbantuan Wingeom.

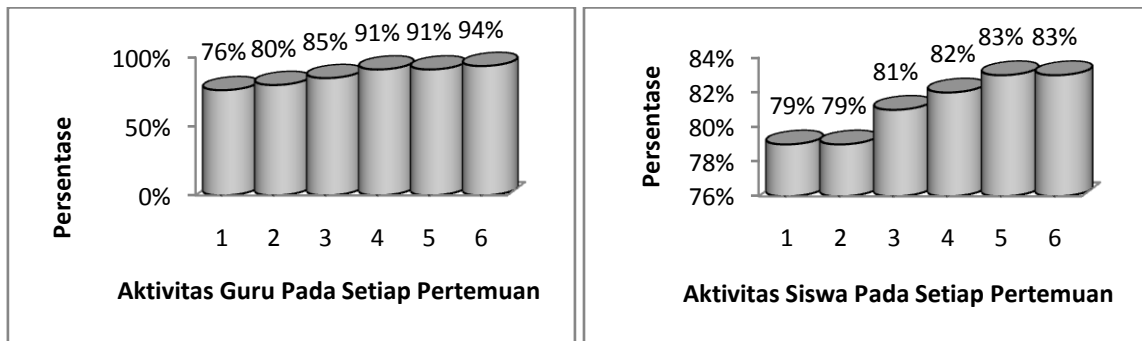
Table H.2. Rerata Sikap Siswa

Aspek	Indikator	Rerata/ Persentase
Sikap siswa terhadap pelajaran matematika	Minat siswa terhadap pelajaran matematika	4,30 85,93%
	Manfaat pelajaran matematika	4,09 81,85%
Sikap siswa terhadap pembelajaran dengan pendekatan SAVI.	Minat siswa terhadap pembelajaran dengan pendekatan SAVI.	4,07 81,39%
	Manfaat pembelajaran dengan pendekatan SAVI.	4,38 87,59%
	Penggunaan LKS dalam pembelajaran.	4,17 83,33%
Sikap siswa terhadap pembelajaran berbantuan program Wingeom.	Kesenangan dan kesanggupan siswa menggunakan program Wingeom.	4,14 82,78%
	Manfaat pembelajaran berbantuan program Wingeom.	3,82 76,39%

5.3. Aktivitas Guru dan Siswa

Aktivitas guru dan siswa diperoleh melalui pengamatan yang dilakukan oleh peneliti dan seorang guru matematika pada setiap pertemuan. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan terhadap kegiatan siswa selama pembelajaran dengan pendekatan SAVI, menunjukkan peningkatan rerata aktivitas dari pertemuan ke-1 s.d ke-6. Hal ini disebabkan karena pembelajaran dengan pendekatan SAVI membuat siswa aktif dalam belajar. Keempat aspek SAVI dilakukan siswa dengan baik. Siswa mendengarkan penjelasan guru (Auditori), siswa melihat dengan jelas konsep bangun segiempat dengan jelas melalui program Wingeom (Visual), siswa berdiskusi dalam kelompoknya membahas permasalahan dalam LKS dengan program Wingeom (Somatis), dan siswa mengerjakan latihan untuk menguji pemahamannya (Intelektual).

Hasil pengamatan juga menunjukkan siswa menjadi lebih kreatif memanipulasi bangun segiempat yang ada pada komputer mereka. Siswa bersemangat berdiskusi dengan temannya mencari solusi dari permasalahan dalam LKS. Peran guru mulai berkurang dalam pembelajaran. Guru hanya sebagai fasilitator, motivator, dan moderator bagi siswa. Pembelajaran tidak lagi terpusat pada guru, siswa yang lebih aktif, keberhasilan siswa ditentukan oleh dirinya sendiri. Berikut ini disajikan grafik peningkatan aktivitas guru dan siswa selama pembelajaran dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom.



Gambar H.1. Perkembangan Aktifitas Guru dan Siswa Pada Pembelajaran dengan Pendekatan SAVI berbantuan Wingeom

6. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai perbedaan kemampuan generalisasi matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom dan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Siswa yang memperoleh pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom memiliki kemampuan generalisasi matematis yang lebih baik daripada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
- 2) Setelah memperoleh pembelajaran geometri dengan pendekatan SAVI berbantuan Wingeom, siswa menunjukkan sikap positif. Aktivitas belajar siswa meningkat dari pertemuan ke-1 s.d ke-6.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussakir. (2009). *Pembelajaran Geometri dan Teori Van Hiele*. [Online]. Tersedia: <http://abdussakir.wordpress.com/2009/01/25/>. [21 Februari 2011].
- Asyhadi, A. (2005). *Pengenalan Laboratorium Matematika di Sekolah*. IHT Media Bagi Staf LPMP Pengelola Laboratorium Matematika Tanggal 5 s.d. 11 September 2005 di PPPG Matematika Yogyakarta.
- Fraenkel, J.R dan Wallen, N. (1993). *How to Design and Evaluate Research in Education*. Singapore: Mc. Graw Hill.
- Kamulyan, Mulyadi, S., dan Surtikanti.(1999). *Belajar dan Pembelajaran*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Maier, H. (1985). *Kompendium Didaktik Matematika*. Bandung: CV Remaja Karya.
- Mulyana, E. (2003). *Masalah Ketidaktepatan Istilah dan Simbol dalam Geometri SLTP Kelas 1*. Makalah FPMIPA UPI.
- Priatna, N. (2003). *Kemampuan Penalaran dan Pemahaman Matematika Siswa Kelas 3 SLTP di Kota Bandung*. Disertasi UPI Bandung; tidak diterbitkan.
- Rahman, A. (2004). *Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Kemampuan Generalisasi Siswa SMA melalui pembelajaran Berbalik*. Tesis UPI Bandung; tidak diterbitkan.

- Ruseffendi, E. T. (1991). *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dan Pengajaran Matematika Untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Sabandar, J. (2002). *Pembelajaran Geometri dengan Menggunakan Cabri Geometry II*. Kumpulan Makalah, Pelatihan. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Siregar, N. (2009). *Studi Perbandingan Kemampuan Penalaran Matematik Siswa Madrasah Tsanawiyah Pada Kelas yang Belajar Geometri Berbantuan Geometer's Sketchpad dengan Siswa yang Belajar Geometri Tanpa Geometer's Sketchpad*. Tesis UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Sobel, M. A. dan Maletsky, E. M. terj. Dr. Suyono, M.Sc. (2004). *Mengajar Matematika*. Ed. 3. Jakarta: Erlangga.
- Soekadijo, G. R. (1999). *Logika Dasar Tradisional, Simbolik, dan Induktif*. Jakarta: Gramedia.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suzana, Y. (2003). *Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa Sekolah Menengah Umum melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Kognitif*. Tesis UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Trisnadi, A. (2006). *Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Generalisasi Matematika Siswa Sekolah Menengah Pertama melalui Pembelajaran Penemuan Terbimbing dalam Kelompok*. Tesis UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Turmudi. (2008). *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika (berparadigma Eksploratif dan Investigasi)*. Jakarta: Leuser Cita Pustaka.
- Wahyudin. (1999). *Kemampuan Guru Matematika, Calon Guru Matematika, dan Siswa dalam Pelajaran Matematika*. Laporan penelitian IKIP Bandung: tidak diterbitkan.
- Widdiharto, R. (2004). *Model-Model Pembelajaran Matematika SMP*. Yogyakarta: PPPG Matematika.

SOFTWARE GEOMETER'S SKETCHPAD BERKARAKTERISTIK PENDEKATAN MATEMATIKA REALISTIK MENGHANTAR SISWA SMP PADA PENCAPAIAN TINGKAT PENGUASAAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN GEOMETRIS SANGAT TINGGI

Marchasan Lexbin

Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Siliwangi Bandung
marchasanlexbin@yahoo.com

ABSTRAK

Permasalahan, adalah rendahnya kemampuan pemahaman level tinggi, yang menjadi kendala pada pencapaian kemampuan matematis tingkat tinggi. Pengembangan proses pembelajaran dari paradigma mengajar menjadi belajar tak henti diupayakan. Pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa menjadi acuan guru dalam membelajarkan siswanya. Meta analisis atas penelitian *quasi eksprimen* dengan desain kelompok postes kemampuan pemahaman bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometris siswa. Populasi adalah sembilan kelas VII siswa SMP Negeri empat Bandung, sekolah level rendah-sedang, dan tiga kelas sebagai subjek. Kemudian masing-masing diberi perlakuan Pendekatan Matematika Realistik (PMR), PMR Berbantuan *software geometer's sketchpad* (GSP), dan PMR Berbasis GSP. Instrumen yang digunakan tes kemampuan pemahaman geometri. Hasil utama adalah tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometris tingkat tinggi dicapai siswa hingga level sangat tinggi, dan siswa kelas PMR Berbasis GSP terbaik setelah PMR berbantuan GSP dan PMR. Kesulitan siswa pada permasalahan yang menuntut kemampuan yang kompleks seperti menjelaskan konsep dan fakta matematis, membuat koneksi logis/mengenali koneksi, mengidentifikasi prinsip-prinsip matematika untuk menetapkan strategi, dan melaksanakan strategi (melakukan perhitungan).

Kata Kunci: Tingkat Penguasaan Kemampuan Pemahaman, Pendekatan Matematika Realistik, *Software Geometer's Sketchpad*.

1. Pendahuluan

Saat ini “era pasca modern”, ungkapan yang familiar karena dalam keseharian kita terbiasa menggunakan produk iptek dalam memenuhi berbagai kebutuhan. Menarik tetapi kemudian terhenyak saat ungkapan dikaitkan dengan pencapaian tujuan pendidikan, karena dalam konteks ini ada pertanyaan klasik yang masih menjadi masalah, “pendidikan dan pencapaian tujuannya”. Sehingga pertanyaan kemudian, benarkah setiap pembelajaran matematika telah menghantar siswa mencapai kompetensi semestinya sehingga siswa memahami konsep-konsep dan dapat menyelesaikan masalah matematika/ilmu pengetahuan selama bersekolah, dan pada saatnya menjadi kemampuan dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupannya?

Hasil penelitian Suryanto dan Somerset (Zulkardi, 2001) pada 16 SLTP di beberapa provinsi menemukan bahwa hasil tes mata pelajaran matematika siswa sangat rendah, utamanya pada soal cerita matematika (aplikasi matematika).

Permasalahan hasil belajar yang antara lain terurai di atas, nampak karena tidak tercapainya kemampuan matematis setelah pembelajaran terlaksana. Pemikiran ini sejalan dengan temuan bahkan menguatkan/memberi rujukan akan pentingnya pengembangan pembelajaran dalam menghantar siswa mencapai kemampuan matematis hingga level tinggi. Sumber Pemerintah Balitbang Puskur Depdiknas (2007) menemukan permasalahan berdasarkan identifikasi aspek

dokumen standar isi (tabel 1), aspek silabus (tabel 2), dan aspek pelaksanaan kegiatan belajar mengajar (tabel 3) pada satuan pendidikan tingkat menengah atas atau jenjang SMA.

Tabel 1
Data hasil identifikasi berdasarkan aspek dokumen SI jenjang SMA

No	Permasalahan
1	Sebagian besar guru tidak memahami, karena kurang membaca dokumen, atau bahkan tidak memiliki dokumen tentang standar isi

Tabel 2
Data hasil identifikasi berdasarkan aspek silabus jenjang SMA

No	Permasalahan
1	Guru belum mampu menyusun silabus, dengan alasan yang sesuai dengan kondisi sekolah, termasuk keseragaman dengan sekolah lain, banyak guru yang mendapat silabus dari MGMP, download dari internet
2	Pengembangan indikator yang tidak relevan
3	Tidak operasional, hanya dijadikan sebagai pelengkap administrasi guru
4	Tidak ada kesesuaian antara yang tertulis dalam silabus dengan pengalaman belajar dalam action di kelas. Contoh disebutkan dalam silabus pembelajaran diskusi tapi ternyata di kelas tetap ceramah saja
5	Dalam proses pembelajaran di kelas guru masih mengacu pada buku teks yang ada
6	RPP yang disusun tidak operasional (hanya sebagai pelengkap administrasi guru)
7	Metode pembelajaran tidak sesuai dengan materi (kesulitan memilih metode yang sesuai dengan materi)

Tabel 3
Data hasil identifikasi berdasarkan aspek pelaksanaan KBM jenjang SMA

No	Permasalahan
1	Pembelajaran di kelas masih banyak yang hanya berdasarkan materi pada buku pegangan yang kadang tidak melihat lagi kompetensi dan indikator dalam silabus atau RPP. Silabus hanya sekedar kelengkapan administrasi
2	Pelaksanaan pembelajaran di kelas masih konvensional, standar proses belum ada
3	Metode pembelajaran di kelas masih konvensional, standar proses belum ada
4	KBM kurang mengaktifkan siswa, masih mengejar target materi
5	Aspek penilaian dan pelaporan selama ini “kognitif, afektif, psikomotorik” kurang cocok untuk mata pelajaran matematika. Standar penilaian belum ada
6	Penilaian terkadang tidak mencakup seluruh indikator atau KD karena soal disusun tanpa kisi-kisi
7	Sumber belajar umumnya dan buku pegangan, sangat terbatas menggunakan teknologi dan lingkungan

Memaknai temuan, simpulan sederhana adalah wajar. Artinya wajar bila pembelajaran matematika belum memperlihatkan kontribusi positif pada pencapaian kemampuan matematis siswa hingga level tinggi. Sehingga tiba saat UN semua pihak terkait resah dan khawatir termasuk guru bidang studi yang mengasuh siswa-siswanya mempersiapkan untuk itu dalam waktu yang tak sekejap. Bicara soal UN, bila dilaksanakan semestinya maka lebih dari 50 % siswa tingkat satuan pendidikan dasar hingga menengah atas akan tidak mencapai kriteria pencapaian kemampuan minimum (isu ... yang hanya tersangkal melalui kerja keras).

Uraian di atas menghantar pada fokus masalah makalah yaitu kontribusi pengembangan pembelajaran pada pencapaian tingkat penguasaan (TP) kemampuan matematis siswa yang bisa mencapai level tinggi, dalam materi geometri (segiempat dan segitiga) bagi siswa dari satuan pendidikan tingkat menengah pertama. Yang bila mengacu pada karakteristik materi ajar dan pembelajar, maka penggunaan komputer dalam hal ini *software geometer's skethpad* (GSP) diramu dengan pendekatan matematika realistik (PMR) dapat menghantar siswa mencapai pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris hingga level tinggi.

Menuju ditemukannya bukti, diawali dengan menetapkan subjek. Subjek terdiri dari tiga rombongan belajar masing-masing satu kelas dengan kemampuan awal sama, yang diketahui melalui hasil tes kemampuan prasyarat. Sehingga terdapat tiga kelas siswa kelas VII SMPN 4 Bandung tahun 2010/2011 dengan kelas pertama dikenai PMR, kedua dikenai PMR berbantuan *GSP*, dan ketiga dikenai PMR berbasis *GSP*. Kemudian melihat pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris siswa setelah perlakuan, melalui pemberian tes yang mengukur kemampuan pemahaman geometris dari masing-masing rombongan belajar dengan memperhatikan faktor kemampuan matematis siswa yaitu tinggi sedang dan rendah.

Sajian diawali pendahuluan dan diakhiri simpulan setelah didahului pembahasan yang menyajikan bukti berdasar temuan hasil penelitian. Dan variabel, didefinisikan sebagai:

1. Kemampuan pemahaman geometris diukur dengan indikator mengacu pada Skemp (1976) yaitu: Kemampuan pemahaman intrumental dan kemampuan pemahaman relasional
2. Pendekatan Matematika Realistik adalah pendekatan pembelajaran dengan karakteristik: menggunakan masalah kontekstual, menggunakan model, menggunakan kontribusi siswa, terjadinya interaksi dalam proses pembelajaran, menggunakan berbagai teori belajar yang relevan saling terkait dan terintegrasi dengan topik lainnya.
3. PMR berbantuan *GSP* adalah suatu pendekatan pembelajaran matematika dengan karakteristik PMR dibantu dengan penggunaan *GSP*.
4. PMR berbasis *GSP* adalah pembelajaran yang menggunakan komputer dalam hal ini *software GSP* berkarakteristik PMR.

2. Pembahasan

Sebagai pengantar, berikut adalah garis besar dari tiga mega-paradigma pemikiran di Barat yang dibedakan dalam Tabel 4 :

Tabel 4.
Tiga Mega-paradigma Pemikiran

Aspek	Pra-modern	Modern	Post-modern
Waktu	Sampai abad 16-17, ketika terjadi revolusi industri	Dari abad 16-17, sampai ke awal abad 20	Sejak awal abad ke 20 sampai saat ini.
Tokoh	Para ahli di Yunani	Dari Copernicus, Galileo, Newton, Descartes, sampai Einstein.	Derrida, Foucault, Rorty, Doll, dll.
Karakteristik	- Suatu harmoni kosmologis, yang memuat suatu keseimbangan ekologis, epistemologis, dan metafisis - Memelihara keseimbangan mutu yang dikotomi (baik/buruk, benar/salah, etis/tidak.)	- Visi yang terbuka, tetapi tertutup dalam level yang lebih dalam, sehingga stabil, uniform, terurut linear, <i>non-transferable</i>. - Penentuan sebab-akibat ditentukan secara matematis.	- Tidak ada kebenaran yang mutlak (mis. 1+3 tidak selalu sama dengan 3+1), dan setiap insan berhak untuk memahami. - Menekankan pada kesadaran, kesetujuan, berpikir dan kreativitas.
Pengetahuan/ Pendidikan	Seorang yang terdidik dapat menyelaraskan dengan alam semesta dan tekanan-tekanan yang muncul.	- Pengetahuan ditemukan, bukan diciptakan (tertutup). - Transfer informasi - Metode ilmiah, sosiologi dan psikologi lahir. - Afektif (perasaan, intuisi, pengalaman) bukan sumber pengetahuan. IQ sangat menentukan. - 3 R (<i>reading, ritting, rithmetic</i>)	- 4R (<i>richness, recursion/reflektif, relations, rigor</i>) - Dialog guru & siswa dalam menciptakan struktur dan ide yang lebih kompleks - Kemampuan manusia secara aktif menginterpretasi dan mentransformasi konsep.

Aspek	Pra-modern	Modern	Post-modern
Mate-matika	Empat adalah bilangan sempurna (contoh persegi, dengan keseimbangan antara sisi dan sudutnya).	Materi disajikan secara terurut linear, seperti silabi dan pembelajarannya. Aspek yang tersembunyi tapi dominan dalam kurikulum dari kelas 1 SD sampai PT.	Lahirnya set kabur (<i>fuzzy</i>), teori kacau (<i>chaos</i>), teori <i>catastrophe</i> , fraktal

(adaptasi dari sumber: yang telah disarikan Doll (1993))

Pemikir era transisi dari modernisme ke post-modernisme dikenal tokoh-tokoh seperti Jean Piaget (dengan model ekuilibrium: asimilasi dan akomodasi), Jerome Bruner (dengan *social reciprocity*-nya, yang juga dikenal oleh Lev Vygotsky dalam interaksi sosialnya), John Dewey (dengan berpikir reflektifnya), dan Alfred North Whitehead (dengan ritme pendidikannya: *play – precision/mastery generalization/abstraction*).

Dalam dunia pendidikan, pemikiran tokoh-tokoh ini sangat berpengaruh untuk perkembangan paradigma pembelajaran dewasa ini. Pengetahuan tidak ditemukan seperti yang diklaim oleh para modernis atau ide-ide tentang apa yang diajarkan oleh pengajar dan apa yang dipelajari siswa tidak berkorespondensi dengan “realitas”, tetapi benar-benar merupakan konstruksi pikiran manusia. Dan hal ini sejalan dengan pemikiran Vygotsky (1978), seorang ahli teori dalam psikologi yang memfokuskan peran masyarakat dalam perkembangan seseorang. Proses ini serupa pula dengan yang disebut enkulturasasi (Schoenfeld, 1992) dan sosialisasi (Resnick, dalam Neyland, 1996), dengan kelompok siswa sebagai komunitas matematis pemula, dikulturisasi menuju komunitas matematis yang ahli.

Pengajar tentu bertanggungjawab dalam membantu proses ini, dan bertindak sebagai agen dari pembaharuan kultural. Komunitas matematis yang menuju kriteria ahli ini diharapkan menjadi lebih dari sekedar matematikawan akademis, dengan cara mengembangkan kompetensi dan konsep matematika mereka. Hal ini rujuk dengan anggapan; pengetahuan, ide-ide, dan bahasa diciptakan manusia bukan karena “benar”, tetapi karena bermanfaat.

Sehingga benar bahwa kunci untuk lebih memahami pendidikan era post-modern adalah konstruktivisme, konstruktivisme dipandang tepat menjadi teori belajar yang mendasari pendidikan post-modern dengan ide dasarnya semua pengetahuan diinvenisi atau seperti yang dikatakan Piaget “*Knowledge is actively constructed by the learner, not passively received from the environment*” (Dougiamas, 1998). Dan sejalan pula dengan Geoghegan (2005), belajar/mengajar menjadi fenomena yang refleksif, berdasarkan inter-koneksi pengajar dan siswa yang saling menjadi ko-instruktur dalam mencari/memahami makna.

Pendapat dimaksud mengandung makna dunia sosial dari seorang individu meliputi orang-orang yang langsung mempengaruhinya seperti pengajar, teman, administrator, partisipan dalam semua bentuk aktivitas. Sehingga akan tepat bila proses belajar melibatkan siswa untuk mencari makna, dan pengajar mempelajari cara bagaimana siswa mencari dan memahami makna. Sejalan dengan itu dalam pandangan konstruktivisme sosial, matematika dilihat sebagai suatu konstruksi sosial dan pendidikan matematika dipandang sebagai suatu aktivitas yang *sense-making*: Siswa merekonstruksi secara sosial pengetahuan yang telah dimilikinya, dengan pengajar sebagai fasilitator dan teman sebaya sebagai lawan berdiskusi.

Siswa aktif terlibat dalam membangun makna, pengajar akan mencari apa yang dapat siswa lakukan seperti menganalisis, menginvestigasi, mengkolaborasi, memvalidasi, berbagi, dan membangun berdasarkan yang mereka sudah ketahui atau tidak hanya sekedar meniru fakta, keterampilan, dan proses. Proses ini melibatkan mempelajari konsep, orientasi, nilai, dan proses dari komunitas. Sehingga matematika dipresentasikan sebagai suatu jaringan dari pengetahuan, sebagai suatu aktivitas pemecahan masalah, *problem posing*, dan investigasi dalam proses membangun pemahaman. Dan ini mungkin karena siswa akan merefleksikan pengalaman matematis mereka, berperan dalam memvalidasi ide matematis, membentuk struktur-struktur

pengetahuan yang dipelajari sebagai bagian dari membangun kerangka referensi pengetahuan mereka.

Pembentukan nilai-nilai dasar kehidupan sosial dari komunitas kelompok juga terbentuk dalam diri siswa dengan lebih memahami memposisikan matematika dalam suatu masyarakat yang akan bermanfaat kelak. Dan sebagai pendukung, penggunaan teknologi (seperti komputer) tentu membantu proses ini, disamping mereduksi waktu untuk prosedur matematika yang rutin selain sebagai alat untuk menggali ide-ide. Untuk melakukan ini secara efektif, pengajar perlu belajar dan meneliti, sehingga tanggap terhadap kebutuhan pembelajar tanpa menistakan karakteristik materi dan tujuan yang harus dicapai.

2.1. Kemampuan Pemahaman

Pemahaman siswa akan konsep-konsep materi ajar dapat dikategorikan pada pemahaman tingkat tinggi dan tingkat rendah. Ini sejalan pendapat Pollatsek (Sumarmo, 2006;4) yang mengelompokkan pemahaman sebagai: (1) Pemahaman komputasional; menerapkan rumus dalam perhitungan sederhana, dan mengerjakan perhitungan secara algoritmik. (2) Pemahaman fungsional; mengaitkan suatu konsep prinsip lain, dan menyadari proses yang dikerjakan. Jadi dapat dikatakan pemahaman tingkat rendah berupa pemahaman komputasional/mekanikal, perhitungan rutin atau algoritmik; penalaran, koneksi, komunikasi sederhana. Sedangkan pemahaman tingkat tinggi berupa pemahaman relasional atau fungsional yang akan sangat berperan dalam upaya pembelajar untuk sampai pada tingkat penguasaan kemampuan pemecahan masalah matematis setidaknya level sedang.

2.2. Pendekatan Matematika Realistik

Pendekatan matematika realistik (PMR) dikembangkan Institut Freudenthal di Negeri Belanda, berdasarkan pandangan Freudenthal. Ide utama, siswa berkesempatan menemukan kembali (*reinvent*) ide/konsep matematika dengan bimbingan orang dewasa melalui penjelajahan situasi. Dan paradigmaini membawa konsekuensi perubahan mendasar dalam proses pembelajaran. Karena perubahan tersebut guru adalah teman belajar, siswa individu yang aktif dan berkemampuan membangun pengetahuannya sendiri.

Berkaitan proses pengembangan konsep di atas, menurut Gravemeijer (1994) terdapat tiga prinsip utama dalam PMR yaitu: (a) *Guided Reinvention and Progressive Mathematization* (Penemuan terbimbing dan Bermatematika secara Progressif), (b) *Didactical Phenomenology* (fenomena Pembelajaran), dan (c) *Self-developed Models* (Pengembangan Model Mandiri).

Prinsip; siswa berkesempatan menemukan konsep matematika melalui berbagai soal kontekstual. Bermatematika secara progressif adalah bermatematika secara horizontal dan vertikal (secara horizontal=siswa mampu mengidentifikasi soal kontekstual hingga mentransfer ke dalam bentuk matematika, secara vertikal=siswa menyelesaikan bentuk matematika formal/non formal menggunakan konsep, operasi, dan prosedur matematika. Kedua fenomena pembelajaran akan pentingnya soal kontekstual dalam memperkenalkan topik-topik matematika dengan pertimbangan kecocokan aplikasi konteks dalam pembelajaran/proses penemuan kembali bentuk/model matematika. Ketiga pengembangan model mandiri menjembatani pengetahuan matematika non formal dengan formal siswa. Dan sejalan prinsip ini, proses pembelajaran matematika berdasarkan PMR perlu memperhatikan lima karakteristik (Gravemeijer, 1994) yaitu: (a) menggunakan masalah kontekstual; (b) menggunakan model; (c) menggunakan kontribusi dan produksi siswa; (d) interaktif; (e) keterkaitan (*intertwinment*).

2.3. Software Geometr's Sketchpad

Software geometri dinamis merupakan program komputer yang memungkinkan penggunanya melakukan membuat kemudian melakukan manipulasi dan membuat kontruksi geometris, khususnya pada geometri Euclid. Software Geometri dinamis adalah alat peraga maya yang interaktif . Banyak macam software geometri dinamis baik dimensi dua/tiga, salah satunya software

geometer's sketchpad yang sangat membantu dalam mempelajari konstruksi geometri. *Geometer Sketchpad* atau disingkat *GSP* adalah salah satu *software* geometri dinamis dimensi-2 yang komersial. *Software* ini diciptakan dan dikembangkan Nicholas Jackiw. *Software* ini kompatibel untuk computer dengan system Windows versi 9.5 ke atas dan Mac O.S versi 8.6 ke atas, pula dapat dioperasikan pada komputer dengan system operasi Linux.

2.4. Temuan (Marchasan. 2010)

Mengacu pada hasil adaptasi teknik pengolahan data untuk mengetahui TP, yaitu :

$$TPk = \frac{Mt}{SMI}$$

Dimana,

TPk : Tingkat penguasaan kelas

Mt : Rata-rata skor total jawaban siswa

SMI : Skor maksimum ideal

Dan penafsiran TP siswa yang diadaptasi dari Depdiknas (2003:111-112), pada Tabel 5

Tabel 5
Penafsiran Tingkat Penguasaan (TP)

Interpretasi TP	Kategori
$0,80 \leq TP \leq 1$	Sangat Tinggi
$0,65 \leq TP < 0,80$	Tinggi
$0,50 \leq TP < 0,65$	Sedang
$0,30 \leq TP < 0,50$	Rendah
$0 \leq TP < 0,30$	Sangat Rendah

Berikut pencapaian tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometris siswa; berdasar kelas (Tabel 6), tingkat penguasaan siswa berdasar kelas untuk setiap butir soal (Tabel 7), tingkat penguasaan berdasar pengelompokan kemampuan pemahaman (pemahaman instrumental/pemahaman relasional) ditinjau dari kemampuan matematis siswa (Tabel 8).

Tabel 6
Tingkat Penguasaan Kemampuan pemahaman
Berdasar Faktor Pembelajaran (kelas)

Kemampuan Kelas	TP Pemahaman	Intepretasi
PMR	68,40%	Tinggi (T)
PMR Berbantuan	80,67%	SangatTinggi (ST)
PMR Berbasis	79,40%	Tinggi

Berdasar Tabel 6 tingkat penguasaan (TP) kemampuan pemahaman geometris yang dicapai siswa kelas PMR Berbantuan *GSP* adalah 80,67%, sedikit lebih baik dari persentase pencapaian siswa kelas PMR berbasis *GSP* (79,40%), dan terendah pencapaian siswa kelas PMR (68,40%). Interpretasi pencapaian TP terendah dicapai kelas yang dikenai pembelajaran dengan PMR masih tergolong pada kriteria pencapaian TP yang tinggi, sama dengan yang dicapai kelas PMR berbasis *GSP*. Sementara siswa kelas PMR berbantuan *GSP* mencapai pencapaian TP dengan kriteria sangat tinggi. Dan temuan ini memperlihatkan bahwa pembelajaran geometri pada siswa kelas VII, dapat menghantar siswa pada pencapaian tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometri level tinggi. Terlebih lagi bila penggunaannya dipadukan dengan *software GSP*.

Selajutnya pencapaian tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometris kelompok siswa kelas PMR, kelas PMR berbantuan *GSP*, dan kelas PMR berbasis *GSP* untuk setiap butir soal tes kemampuan pemahaman geometri ang disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7
Tingkat Penguasaan Kemampuan Pemahaman
Setiap Butir Soal Berdasar Faktor Pembelajaran

Kelas	Kemampuan	No soal	PMR		PMR Berbantuan		PMR Berbasis	
			TP	Interp.	TP	Interp.	TP	Interp.
Kemampuan Pemahaman	1 (Inst.)		92,36%	ST	91,67%	ST	94,44%	ST
	2		67,36%	T	83,33%	ST	79,17%	T
	3		70,14%	T	88,89%	ST	81,94%	ST
	4 (Rela)		82,64%	ST	93,75%	ST	90,27%	ST
	5		63,19%	S	79,17%	T	75%	T
	6		49,31%	R	61,81%	S	70,14%	T

Dari Tabel 7 nampak bahwa pencapaian TP tertinggi pada soal nomor 1 (94,4%) yang dicapai oleh siswa kelas PMR berbasis *GSP*, instrumen ini pengukur kemampuan pemahaman geometris siswa jenis instrumental. Pencapaian TP tertinggi kedua pada soal nomor 4 (93,7%) yang dicapai oleh siswa kelas PMR berbantuan *GSP* dalam instrumen jenis relasional, dan pencapaian TP terendah pada soal nomor 6 (49,3%) yang juga merupakan jenis relasional dicapai oleh siswa kelas PMR.

Nampak pula bahwa untuk instrumen yang mengukur kemampuan pemahaman geometris jenis instrumental mencapai TP kemampuan pemahaman geometris level tinggi hingga sangat tinggi. Sementara dari instrumen jenis relasional, lebih menampakan peran atau kontribusi *software GSP* pada pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris siswa. Sehingga kelompok siswa yang menggunakannya dihantar pada pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris level sedang hingga sangat tinggi dan tinggi hingga sangat tinggi untuk rombongan belajar berbasis, artinya terlihat peran/kontribusi meyakinkan dari *software GSP* pada proses yang dilakukan siswa dalam membangun makna hingga memahami konsep materi.

Masalah yang nampak penting karena masih menjadi kendala adalah pendekatan pembelajaran belum mampu membekali siswa untuk memiliki kemampuan/kompetensi yang cukup dalam upaya mengeliminir semua kendala dalam menyelesaikan soal tes tingkat tinggi tanpa peran *software GSP* yang terjadi karena level pencapaian TP kemampuan prasyarat siswa. Hal ini terbukti bahwa masih terdapat pencapaian TP pada level rendah, yaitu untuk butir soal nomor 6 pada kelompok siswa yang mendapat pembelajaran dengan PMR.

Kemudian pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris berdasar faktor kemampuan matematis siswa dari kelas PMR, kelas PMR berbantuan *GSP*, kelas PMR berbasis *GSP* atas jenis kemampuan pemahaman tersaji pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8
Tingkat Penguasaan Siswa Berdasar Kemampuan
Matematis dan Jenis Kemampuan Pemahaman

Kelas	Tingkat Kemampuan Matematis	TP Berdasar Jenis Kemampuan Pemahaman			
		Instrumental (P1)	Interpretasi	Relasional (P2)	Interpretasi
PMR	Tinggi	83%	ST	73%	T
	Sedang	80%	ST	54%	S
	Rendah	69%	T	54%	S
PMR Berbantuan GSP	Tinggi	89%	ST	80%	ST
	Sedang	88%	ST	73%	T
	Rendah	93%	ST	65%	T
PMR Berbasis GSP	Tinggi	94%	ST	93%	ST
	Sedang	86%	ST	69%	T
	Rendah	75%	T	67%	T

Tabel 8 menginformasikan sesuatu yang luar biasa dan perlu dikaji lebih lanjut. Pada kelompok siswa dengan kemampuan matematis rendah, pencapaian TP Kemampuan pemahaman geometris siswa mencapai pencapaian level tinggi di kedua jenis kemampuan pada siswa kelas PMR berbantuan dan berbasis GSP, sementara jenis relasional pada kelas PMR TP kemampuan pemahaman geometris dicapai hingga level sedang.

Secara keseluruhan, pencapaian tingkat penguasaan kemampuan pemahaman geometris siswa yang dikelompokkan berdasar kemampuan matematis siswa dari ketiga kelas sudah baik atau berada pada level pencapaian sedang hingga sangat tinggi. Kelompok siswa dengan kemampuan matematis tinggi nampak adaptif terhadap perlakuan yang dinampakan dengan pencapaian TP sangat tinggi, kecuali pada kelas PMR yang dicapai hingga level tinggi. sementara kelompok dengan kemampuan matematis rendah memperoleh keuntungan besar dari pengembangan pembelajaran yang diterimanya, yang dinampakan dari pencapaian TP level tinggi hingga sangat tinggi kecuali pada kelas PMR dengan pencapaian sedang.

3. Simpulan

Terbukti bahwa pengembangan pembelajaran dengan mengindahkan karakteristik siswa, karakteristik materi, dan tujuan yang akan dicapai berkontribusi pada pencapaian tingkat penguasaan (TP) kemampuan matematis siswa hingga level tinggi. Dan untuk materi geometri pada siswa kelas VII, penggunaan pendekatan matematika realistik (PMR) dan PMR dengan *software geometer's sketchpad* dapat menghantar siswa pada pencapaian TP kemampuan pemahaman geometris hingga level sangat tinggi.

Perlakuan dalam pembelajaran, mengakomodasi ketiga kelompok kemampuan matematis siswa. Siswa dengan kemampuan matematis tinggi terbukti adaptif akan perlakuan dan bahkan kelompok siswa dengan kemampuan matematis rendah memperoleh keuntungan besar.

Sehingga pengembangan pembelajaran yang bersifat mengaktifkan siswa dengan mengindahkan karakteristik materi/siswa, mendukung proses yang dilakukan siswa dalam mengkonstruksi makna konsep matematis materi, merupakan hal penting direncanakan dan dilakukan guru dalam setiap membelajarkan siswa dengan atau tanpa melibatkan alat peraga/peran media pembelajaran, khususnya bagi siswa dari satuan pendidikan level rendah sedang menuju pencapaian tingkat penguasaan kemampuan matematis level tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Doll, W.E., Jr. (1993). *A Post-modernism Perspective on Curriculum*. New York: Teachers College Press.
- Dougiamas, M. (1998). *A Journey into Constructivism*. (Tidak dipublikasikan). Curtin University, Perth, Australia Barat. [Online]. Tersedia: <http://dougiamas.com/writing/constructivism.html>
- Geoghegan, N. (2005). *SEARCHING for Control in a Post-modern Mathematica classroom*. The Mathematics Education into the 21st Century Project: Universiti Teknologi Malaysia. [Online]. Tersedia: http://math.unipa.it/~grim/21_project/21_malasya_2005
- Gravemeijer, K. P. E. (1994). *Developing realistic mathematics instruction*. Utrecht, The Netherlands: Freudenthal Institute.
- Marchasan (2010). *Pencapaian Kemampuan Pemahaman dan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometris Siswa SMP melalui Pendekatan Matematika realistik Berbantuan Software Geometer's Sketchpad*. Tesis pada S.Ps. UPI. Bandung: tidak diterbitkan
- Neyland, J. (1996). *Teachers' Knowledge: The Starting Point for a Critical Analysis of Mathematics Teaching*. Philosophy of Mathematics Education Newsletter 9. [Online]. Tersedia: <http://www.people.ex.ac.uk/PERnest/pome/pompart4.htm>

- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense-making in Mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.
- Skemp, R.R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 77.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Zulkardi (2001). *Realistics Mathematics Education (RME). Teori, Contoh Pembelajaran dan Teman Belajar di Internet*. Makalah yang disampaikan pada Seminar Nasional pada tgl. 4 April 2001 di UPI.: Tidak diterbitkan.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI MATEMATIS MELALUI PEMBELAJARAN CIRC

Cita Dwi Rosita

Pendidikan Matematika FKIP Unswagati Cirebon
citadr_mathunswagati@yahoo.com

ABSTRAK

Proses pemecahan masalah matematis bukanlah suatu proses berpikir yang sederhana, didalamnya memerlukan berbagai jenis kemampuan kognitif yang beragam dan merupakan aktivitas kognitif yang kompleks. Kemampuan membangun skema permasalahan, merepresentasikan pengetahuan yang dimiliki, melakukan penalaran, melakukan proses berpikir yang berbeda untuk setiap jenis masalah, berargumentasi, dan berkomunikasi matematis merupakan proses kognitif yang memungkinkan siswa/siswa untuk dapat memecahkan masalah. Seorang *problem solver* membutuhkan argumentasi logis untuk mengembangkan dan menentukan suatu solusi terpilih, menghasilkan solusi yang *reasonable*, serta untuk mendukung solusi dengan data dan fakta. Selain itu, kualitas argumen siswa/siswa berkorelasi dengan kemampuan penyelesaian masalah matematis siswa, juga dengan pemahaman konsep matematisnya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kemampuan argumentasi matematis merupakan komponen penting dalam meningkatkan kinerja pemecahan masalah. Ketika kegiatan tersebut dapat dilakukan secara optimal dan dapat dikembangkan melalui aplikasi matematika dalam berbagai konteks, akan tumbuh dalam diri siswa/siswa suatu kemampuan berpikir matematis yang dapat membantunya menyadari tentang apa yang mereka pelajari. Pemahaman merupakan tujuan utama dalam belajar, maka penting bagi pengajar untuk merencanakan dan mencari model pembelajaran yang dapat mendorong tercapainya pemahaman matematis siswa/siswa yang optimal. Mengintegrasikan keterampilan membaca dalam pembelajaran matematika merupakan suatu metode instruksional yang dapat menjadikan pemahaman siswa/siswa terhadap konsep matematis lebih mendalam. Hal ini didasarkan pada beberapa studi yang menunjukkan bahwa pemahaman terhadap konsep matematis secara menyeluruh terjadi peningkatan ketika strategi membaca dan menulis matematika digabungkan dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan uraian di atas, salah satu solusi yang dipandang tepat untuk mewujudkan tujuan tersebut adalah dengan menerapkan model pembelajaran kooperatif tipe *CIRC* sebagai strategi pembelajaran dalam upaya meningkatkan kemampuan argumentasi matematis siswa/siswa.

Kata Kunci: Argumentasi matematis, pembelajaran *CIRC*

1. Pendahuluan

Proses pemecahan masalah matematis bukanlah suatu proses berpikir yang sederhana, dalam aktivitasnya memerlukan berbagai jenis kemampuan kognitif yang beragam dan merupakan aktivitas kognitif yang kompleks. Kemampuan membangun skema permasalahan, melakukan penalaran, berargumentasi dan merepresentasikan pengetahuan yang dimiliki, merupakan proses kognitif yang memungkinkan siswa untuk dapat memecahkan masalah.

Penalaran matematis mengantar siswa pada kegiatan menganalisis situasi-situasi matematis dan membangun argumen-argumen secara logis. Menganalisis situasi-situasi matematis secara teliti berarti melihat dan membangun keterkaitan antar ide atau konsep matematis, antara matematika dengan objek-objek yang lain, dan antara matematika dengan kehidupan sehari-hari. Di samping itu, argumen yang logis selalu dibutuhkan *problem solver* dalam mengidentifikasi kemungkinan solusi dari permasalahan tertentu melalui berbagai perspektif dan sudut pandang.

Menurut Voss, *et al.* (Lak Cho & Jonassen, 2002), *problem solver* membutuhkan argumentasi logis untuk mengembangkan dan menentukan suatu solusi terpilih, menghasilkan solusi yang

reasonable, serta untuk mendukung solusi dengan data dan fakta. Selain itu menurut Vye, *et al.* (Nussbaum, 2011) bahwa kualitas argumen peserta didik berkorelasi dengan kemampuan penyelesaian masalah matematisnya, sedangkan menurut Lampert, *et al.* (Nussbaum, 2011), kualitas argumen peserta didik berkorelasi dengan pemahaman konsep matematisnya. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut maka dapat dikatakan bahwa kemampuan argumentasi merupakan komponen penting dalam meningkatkan kinerja pemecahan masalah. Ketika kegiatan tersebut dapat dilakukan secara optimal dan dapat dikembangkan melalui aplikasi matematika dalam berbagai konteks, akan tumbuh dalam diri siswa suatu kemampuan berpikir matematis yang dapat membantunya menyadari tentang apa yang mereka pelajari.

Menurut Kusumah (2008), kemampuan berpikir matematis siswa dipengaruhi oleh cara pengajar dalam menyajikan materi di kelas. Dalam pembelajaran yang tidak didominasi pengajar, proses belajar akan berlangsung atas prakarsa siswa sendiri. Ini bisa terjadi jika pengajar memberi kesempatan kepada siswanya untuk berani mengemukakan gagasan baru sesuai minat dan kebutuhannya. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat dikatakan bahwa dalam suasana pembelajaran yang bersifat *student centered* kemampuan argumentasi matematis siswa dapat ditumbuhkembangkan. Dengan demikian, pemilihan dan penggunaan model pembelajaran yang tepat merupakan faktor penting sebagai upaya mengantarkan para siswa pada kegiatan argumentasi matematis.

Ketika siswa berargumentasi dan mengkomunikasikan ide matematisnya ke dalam berbagai representasi, bisa jadi ada bagian informasi yang hilang, terlupakan, bahkan mungkin juga terjadinya kesalahan. Berbeda halnya ketika siswa melakukan hal tersebut secara kolaboratif dengan melaksanakan pembelajaran kooperatif, kemungkinan-kemungkinan itu dapat diminimalisir. Dalam pembelajaran berkelompok setiap siswa diberikan tanggung jawab untuk kepentingan bersama, sehingga setiap anggota kelompok akan saling memotivasi untuk melengkapi bagian informasi yang hilang bahkan membangun, mendiskusikan, menghaluskan, dan menghasilkan ide matematis yang baru. Martin, *et al.* (Mueller, Maher, & Yankelewitz, 2009) menegaskan bahwa sekumpulan pemahaman matematis merupakan pemahaman yang diperoleh ketika sekelompok siswa bekerja bersama dalam menyelesaikan tugas matematika. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kolaborasi yang terjadi selama pembelajaran kooperatif akan mempengaruhi siswa dalam melakukan argumentasi dan representasi matematis yang pada akhirnya akan berpengaruh juga terhadap pemahaman matematisnya.

Slavin (2008) merekomendasikan salah satu teknik pembelajaran kooperatif yaitu *Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC)*. *CIRC* merupakan teknik kooperatif yang komprehensif atau luas dan lengkap yang pada mulanya untuk pembelajaran membaca dan menulis pada jenjang Sekolah Dasar, SMP, dan SMA. Pengembangan *CIRC* yang secara simultan difokuskan pada kurikulum dan metode pengajaran, yang merupakan sebuah upaya untuk menggunakan pembelajaran kooperatif sebagai sarana untuk memperkenalkan teknik terbaru latihan-latihan kurikulum yang berasal terutama dari penelitian dasar mengenai pengajaran praktis pelajaran membaca dan menulis. Pengembangan *CIRC* dihasilkan dari sebuah analisis masalah-masalah tradisional dalam pengajaran membaca, menulis, dan seni berbahasa.

Dalam pembelajaran *CIRC* setiap siswa bertanggung jawab terhadap tugas kelompok. Setiap anggota kelompok saling mengeluarkan ide-ide untuk memahami suatu konsep dan menyelesaikan tugas, sehingga terbentuk pemahaman dan pengalaman belajar yang lama. Menurut Slavin (2008), salah satu tujuan pembelajaran *CIRC* adalah untuk lebih meningkatkan kesempatan kepada siswa dalam membaca dan menerima umpan balik dari teman satu timnya berdasarkan apa yang sudah dibacanya sehingga dalam kegiatan membaca itu terjadi interaksi saling merespons. Selanjutnya, pemahaman siswa terhadap suatu konsep dapat dikembangkan dengan mengajarkan siswa kemampuan-kemampuan merangkum, bertanya, menjelaskan, dan memprediksi, dan *CIRC* memungkinkan terjadinya proses belajar untuk mencapai kemampuan-kemampuan tersebut. Berdasarkan pendapat Slavin dapat dikatakan bahwa melalui aktivitas membaca, menulis, dan berdiskusi akan memungkinkan siswa untuk melakukan refleksi yang pada akhirnya akan memotivasi mereka dalam pemerolehan pemahaman matematis yang lebih tinggi dari tahap sebelumnya.

2. Kemampuan Argumentasi Matematis

Menurut Keraf (2010) argumentasi adalah “suatu bentuk retorika yang berusaha untuk mempengaruhi sikap dan pendapat orang lain, agar mereka itu percaya dan akhirnya bertindak sesuai dengan apa yang diinginkan oleh penulis atau pembicara”. Jonassen (2011) mendefinisikan argumentasi sebagai cara rasional yang digunakan untuk menyelesaikan pertanyaan, masalah, perbedaan pendapat dan memecahkan masalah. Sedangkan menurut Inch, *et al.* (2006), argumentasi merupakan suatu proses membuat argumen yang dimaksudkan untuk membenarkan suatu keyakinan, sikap, dan nilai-nilai sehingga dapat mempengaruhi orang lain. Hal terpenting yang dikemukakan oleh Keraf, Jonassen, dan Inch, *et al.* tentang argumentasi adalah usaha untuk mempengaruhi atau meyakinkan orang lain dengan memberikan argumen secara rasional yang bertujuan untuk mendukung (membenarkan) atau membantah sesuatu.

Istilah argumentasi tidak hanya menunjuk pada suatu kegiatan yang disebut debat, meskipun itu merupakan salah satu bentuk argumentasi. Golanics & Nussbaum (Nussbaum, 2011) memandang argumentasi sebagai suatu proses berpikir dan interaksi sosial di mana para individu membangun dan mengkritik argumen-argumen. O’Keefe pada tahun 1982 (Nussbaum, 2011) membedakan dua pandangan dari kata argumen tersebut. O’Keefe mendefinisikan argumen (sebagai produk) adalah argumen yang terdiri seperangkat proposisi yang di dalamnya terjadi proses penarikan kesimpulan berdasarkan premis-premis. Sedangkan argumen (sebagai proses) menunjuk pada proses sosial di mana di dalamnya terdapat individu yang terlibat dalam suatu dialog untuk membangun dan mengkritik argumen. Cara pandang O’Keefe terhadap argumen, juga dinyatakan Viholainen (2010). Menurutnya, argumen dapat dipandang sebagai produk maupun sebagai proses dari suatu proses bernalar matematis. Tidak jarang tujuan dari sebuah proses bernalar adalah untuk membentuk suatu argumen. Viholainen menegaskan bahwa proses bernalar yang seperti itu mencakup penalaran induktif, deduktif, abduktif, intuitif, menyusun dan membuktikan *conjecture*, dan sebagainya.

Fungsi argumentasi dalam matematika akan berbeda tergantung pada cara pandang seseorang terhadap konsep matematika. Jika matematika dianggap sebagai sebuah sistem aksiomatis, maka sejumlah argumen harus dilandaskan pada sejumlah definisi, aksioma, dan teorema yang sebelumnya sudah dibuktikan kebenarannya, sehingga fungsi dari argumentasi utamanya ialah untuk memverifikasi serta mensistematisasi sebuah pernyataan (Viholainen, 2010). Sistematisasi berarti bahwa pernyataan disusun menjadi sebuah sistem deduktif, dan biasanya dianggap sebagai salah satu fungsi penting bukti serta pembuktian (Hanna & de Villiers dalam Viholainen, 2010).

Berdasarkan fungsi argumentasi untuk memverifikasi serta mensistematisasi pernyataan, maka argumentasi dapat dikatakan sebagai penghubung antara sebuah pernyataan dengan sistem matematika. Oleh sebab itu, sebuah argumen hendaknya berlandaskan pada sejumlah elemen dari sistem aksiomatis (definisi, aksioma, maupun teorema yang sudah dibuktikan kebenarannya). Didasarkan pada fungsi argumentasi tersebut, muncul suatu istilah pengkatagorian argumen sebagai argumen formal yang bersifat ilmiah, teliti, dan rinci. Menurut Viholainen (2010), “*An argument is formal, if its warrants are based on definitions, axioms and previously proven theorems, i.e. the elements of an axiomatic system*”.

Di sisi lain, jika matematika dianggap sebagai sebuah proses berpikir dan pembelajaran, yang membutuhkan pemahaman konseptual dan pemahaman holistik, sejumlah argumen yang di dasarkan pada representasi yang lebih konkrit merupakan sesuatu yang sangat penting. Dalam hal ini, fungsi dari argumentasi adalah untuk memberikan suatu pemahaman dengan menjelaskan atau memberikan penjelasan (*explanation*). Oleh sebab itu akan penting bagi siswa untuk memahami pengetahuan secara konseptual dan menyeluruh juga mengaitkannya dengan *prior knowledge* mereka. Menurut de Villiers (Viholainen, 2010), tujuan dari sebuah *explanation* adalah untuk membantu seseorang memahami berbagai alasan, mengapa suatu pernyataan dianggap benar, dengan kata lain, menyediakan suatu pandangan yang mengikuti suatu pernyataan dari data yang diberikan.

Berdasarkan fungsi argumentasi untuk memberikan penjelasan, maka argumen dikategorikan ke dalam bentuk argumen informal. Viholainen (2010) menyatakan bahwa, “*An argument is informal, if its warrants are based on concrete interpretations of mathematical concepts, which may be based on visual or other illustrative representations*”. Menurut definisi tersebut, karakteristik argumen-argumen informal adalah bahwa konsep-konsep matematik diinterpretasikan dengan menggunakan representasi-representasi ilustratif, misalnya melalui representasi visual.

Menurut Kuhn & Krummheuer (Ayalon & Even, 2008), sejak zaman Plato, argumentasi telah dianggap sebagai salah satu sarana utama untuk membangun pengetahuan. Dalam dekade terakhir, berdasarkan penelitian teoritis maupun empiris, dalam pendidikan matematika dan dalam domain pendidikan lainnya, dilakukan penelitian terhadap argumentasi sebagai suatu alat dalam belajar. Studi ini menyatakan bahwa aktivitas argumentatif seperti generalisasi, saling mengkomunikasikan ide, dan membuktikan kebenaran (meyakinkan kepada individu lain), membutuhkan peran argumentasi untuk memperdalam dan meningkatkan proses berpikir siswa.

Toulmin mengemukakan enam elemen yang membangun suatu argumen yang kuat. Keenam elemen yang dimaksud adalah *claim*, *data*, *warrant*, *backing*, *qualifier*, dan *rebuttal* (Jonassen, 2011). Menurut Pedemonte (2000), *Claim (standpoint)* diartikan sebagai pernyataan yang mengungkapkan “pendapat” atau “pendirian” seseorang tentang sesuatu yang ingin dibuktikan. *Data* merupakan bukti-bukti yang berupa fakta tertentu yang mendukung *claim*. *Warrant* dapat dinyatakan sebagai sebuah prinsip, aturan, dan sejenisnya. Peran *warrant* sebagai jembatan penghubung antara elemen *data* dan *claim*. Selanjutnya, *backing*, *qualifier*, dan *rebuttal* merupakan elemen tambahan yang mungkin dibutuhkan dalam membangun suatu argumen.

3. Pembelajaran CIRC

Menurut Slavin (2008) salah satu teknik *Cooperative Learning* yaitu *Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC)*. *CIRC* merupakan teknik kooperatif yang komprehensif atau luas dan lengkap untuk pembelajaran membaca dan menulis pada jenjang Sekolah Dasar, SMP, dan SMA. Pengembangan *CIRC* yang secara simultan difokuskan pada kurikulum dan metode pengajaran, yang merupakan sebuah upaya untuk menggunakan pembelajaran kooperatif sebagai sarana untuk memperkenalkan teknik terbaru latihan-latihan kurikulum yang berasal terutama dari penelitian dasar mengenai pengajaran praktis pelajaran membaca dan menulis. Pengembangan *CIRC* dihasilkan dari sebuah analisis masalah-masalah tradisional dalam pengajaran membaca, menulis, dan seni berbahasa.

Dalam pembelajaran *CIRC* setiap siswa bertanggung jawab terhadap tugas kelompok. Setiap anggota kelompok saling mengeluarkan ide-ide untuk memahami suatu konsep dan menyelesaikan tugas, sehingga terbentuk pemahaman dan pengalaman belajar yang lama. Menurut Slavin (2008), salah satu tujuan pembelajaran *CIRC* adalah untuk lebih meningkatkan kesempatan kepada siswa dalam membaca dan menerima umpan balik dari teman satu timnya berdasarkan apa yang sudah dibacanya sehingga dalam kegiatan membaca itu terjadi interaksi saling merespons. Selanjutnya, pemahaman siswa terhadap suatu konsep dapat dikembangkan dengan mengajarkan siswa kemampuan-kemampuan merangkum, bertanya, menjelaskan, dan memprediksi, dan *CIRC* memungkinkan terjadinya proses belajar untuk mencapai kemampuan-kemampuan tersebut. Berdasarkan pendapat Slavin dapat dikatakan bahwa melalui aktivitas membaca, menulis, dan berdiskusi akan memungkinkan siswa untuk melakukan refleksi yang pada akhirnya akan memotivasi mereka dalam pemerolehan pemahaman matematis yang lebih tinggi dari tahap sebelumnya.

Selain menekankan pada tujuan kelompok dan tanggung jawab individual, kekhasan *CIRC* terletak pada keterlibatan teman sesama tim dalam menyusun suatu materi yang sudah dibaca dan didiskusikan. Para siswa merencanakan, merevisi, dan menyunting karya mereka dengan kolaborasi yang erat dengan teman satu tim. Selain itu, respons dari kelompok teman juga menjadi bagian yang sangat penting. Dengan demikian pembelajaran membaca dan menulis terpadu ini

benar-benar mengintegrasikan berbagai kemampuan dan interaksi siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Sumarmo (2004), “Mengembangkan keterampilan membaca matematika berkaitan erat dengan mengembangkan kemampuan berpikir matematik”, sedangkan Miller & Koesling (2009) menyatakan bahwa, “*Teachers can “marry” the mathematical reasoning process with a reading process that helps students understand the real world context and mathematical concepts of a problem*”. Selanjutnya Adams (Duru & Koklu, 2011) menyatakan bahwa, “*Students should be able to read mathematical sentences, symbols, and diagrams in order to be successful in mathematics*”. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa kemampuan siswa dalam membaca kalimat matematis, simbol, dan juga diagram akan mempengaruhi keberhasilan mereka dalam pembelajaran matematika. Ketika membaca matematika, proses pemaknaan suatu teks akan berbeda bergantung pada pengalaman (*schemata*) sebelumnya. Kemampuan siswa dalam mengkoneksikan pengetahuan yang relevan akan berpengaruh pada keberhasilan proses bernalarnya.

Selain kegiatan membaca yang menjadi komponen esensial dalam pembelajaran matematika, kegiatan menulis juga merupakan komponen esensial lain yang perlu diperhatikan. Cross (2008) menyatakan bahwa, “*... writing is an activity that helps student generate and connect their thoughts and ideas and consolidate their thinking*”. Selanjutnya menurut Rosenblatt & Borasi *et al* (Sugiatno, 2008) menyatakan bahwa mendiskusikan apa yang ditulis kepada teman di kelas merupakan aktivitas mental yang tinggi dan akan membantu siswa dalam pengkonstruksian makna. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat dikatakan bahwa pemahaman terhadap matematika secara menyeluruh melibatkan pemahaman siswa terhadap suatu konteks dan kemampuan menuliskan ide dari apa yang sudah dibacanya, karena siswa dikatakan memahami teks yang dibacanya ketika dia mampu mengemukakan kembali ide dalam teks tersebut secara benar dalam bentuk lisan atau tulisan.

Pemahaman merupakan tujuan utama dalam belajar sehingga penting bagi pengajar untuk merencanakan dan mencari model pembelajaran yang dapat mendorong tercapainya pemahaman matematis siswa yang optimal. Menurut Carter & Dean (Limond, 2012) yang menyatakan bahwa mengintegrasikan keterampilan membaca dalam pembelajaran matematika merupakan suatu metode instruksional yang dapat menjadikan pemahaman siswa terhadap konsep matematis lebih mendalam. Hal ini didasarkan pada beberapa studi yang menunjukkan bahwa pemahaman terhadap konsep matematis secara menyeluruh terjadi peningkatan ketika strategi membaca dan menulis matematis digabungkan dalam pembelajaran matematika.

Langkah-langkah pembelajaran *CIRC* adalah sebagai berikut.

1. Membentuk kelompok yang anggotanya empat orang secara heterogen;
2. Pengajar memberikan wacana sesuai dengan topik pembelajaran;
3. Siswa bekerja sama saling membacakan dan menemukan ide pokok dan memberikan tanggapan terhadap wacana dan ditulis pada lembar kertas;
4. Mempresentasikan hasil kelompok;
5. Pengajar memberikan penguatan;
6. Pengajar dan siswa bersama-sama membuat kesimpulan.

Selama langkah pembelajaran itu dilaksanakan, dilakukan juga fase-fase aktivitas siswa dan pengajar sebagai berikut.

1. Fase pertama, pengenalan konsep. Fase ini pengajar mulai mengenalkan tentang suatu konsep atau istilah baru yang mengacu pada hasil penemuan selama eksplorasi. Pengenalan bisa didapat dari keterangan pengajar, buku paket, atau media lainnya;
2. Fase ke dua, eksplorasi dan aplikasi. Fase ini memberikan peluang pada siswa untuk mengungkap pengetahuan awalnya, mengembangkan pengetahuan baru, dan menjelaskan fenomena yang mereka alami dengan bimbingan pengajar minimal. Hal ini menyebabkan terjadinya konflik kognitif pada diri mereka dan berusaha melakukan pengujian dan berdiskusi untuk menjelaskan hasil observasinya. Pada dasarnya, tujuan fase ini untuk membangkitkan minat, rasa ingin tahu serta menerapkan konsepsi awal siswa terhadap kegiatan pembelajaran

dengan memulai dari hal yang kongkrit. Selama proses ini siswa belajar melalui tindakan-tindakan mereka sendiri dan reaksi-reaksi dalam situasi baru yang masih berhubungan, juga terbukti menjadi sangat efektif untuk menggiring siswa merancang eksperimen, demonstrasi untuk diujikannya.

3. Fase ke tiga, publikasi. Pada fase ini siswa mampu mengkomunikasikan hasil temuan-temuan, membuktikan, memperagakan tentang materi yang dibahas. Penemuan itu dapat bersifat sebagai sesuatu yang baru atau sekedar membuktikan hasil pengamatannya. Siswa dapat memberikan pembuktian terkaan gagasan-gagasan barunya untuk diketahui oleh teman-teman sekelasnya. Siswa siap menerima kritikan, saran atau sebaliknya saling memperkuat argumen.

Kelebihan dari model pembelajaran *CIRC* yaitu:

1. Pengalaman dan kegiatan belajar siswa akan selalu relevan dengan tingkat perkembangan siswa;
2. Kegiatan yang dipilih sesuai dengan dan bertolak dari minat dan kebutuhan siswa;
3. Seluruh kegiatan belajar lebih bermakna bagi siswa sehingga hasil belajar siswa akan dapat bertahan lebih lama;
4. Pembelajaran terpadu dapat menumbuh-kembangkan keterampilan berpikir siswa;
5. Pembelajaran terpadu menyajikan kegiatan yang bersifat pragmatis (bermanfaat) sesuai dengan permasalahan yang sering ditemui dalam lingkungan siswa;
6. Pembelajaran terpadu dapat menumbuhkan motivasi belajar siswa kearah belajar yang dinamis, optimal dan tepat guna;
Menumbuhkembangkan interaksi sosial siswa seperti kerjasama, toleransi, komunikasi dan respek terhadap gagasan orang lain.

4. Penutup

Dalam mengupayakan siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikirnya diperlukan lingkungan kelas yang memungkinkan terjadinya interaksi selama pembelajaran. Dengan kata lain bahwa pembelajaran harus dibangun secara kooperatif, mendorong komunikasi antar siswa, mendorong kerja sama di antara siswa sehingga pemerolehan pemahaman terhadap pengetahuan tertentu dikonstruksi secara kolaboratif. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Vygotsky bahwa dalam pembelajaran di kelas hendaknya terjadi interaksi karena interaksi kelas merupakan lahan subur untuk mengeksplor pemahaman siswa agar lebih berkembang.

Agar siswa dapat belajar secara efektif dan kemampuan argumentasinya terasah, mereka perlu dimotivasi untuk terbiasa menggunakan pikirannya sehingga menjadi bagian dari *repertoires of practice* mereka ketika proses *coming to know* selama belajar matematika. Bentuk motivasi itu bisa berupa membiasakan siswa terlibat dengan tugas, mengonstruksi pengetahuan, membangun makna, membangun solusi, dan mengkomunikasikan solusi untuk orang lain.

Selain menekankan pada tujuan kelompok dan tanggung jawab individual, kekhasan *CIRC* terletak pada keterlibatan teman sesama tim dalam menyusun suatu materi yang sudah dibaca dan didiskusikan. Para siswa merencanakan, merevisi, dan menyunting karya mereka dengan kolaborasi yang erat dengan teman satu tim. Selain itu, respons dari kelompok teman juga menjadi bagian yang sangat penting. Dengan demikian pembelajaran membaca dan menulis terpadu ini benar-benar mengintegrasikan berbagai kemampuan dan interaksi siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayalon, M. & Even, R. (2008). *Argumentation in School Mathematics*. <http://www.edu.technion.ac.il/seminar9/abstracts/6.doc>. [19 Desember 2012]. On Line.
- Cross, D. I. (2008). Creating Optimal Mathematics Learning Environments: Combining Argumentation and Writing to Enhanced Achievement. *International Journal of Mathematical Education in Science Technology*. Vol. 7 : 905-930.

- Duru, A. & Koklu, O. (2011). Middle School Students' Reading Comprehension of Mathematical Texts and Algebraic Equations. *International Journal of Mathematical Education in Science Technology*. Vol. 42, No. 4 : 447-468.
- Inch, E. S., Warnick, B., & Endres, D. (2006). *Critical Thinking and Communication: The Use of Reason in Argument*. United States of America: A Pearson Education Company.
- Jonassen, D. H. (2011). Learning to Solve Problems. *A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environment*. NewYork: Routledge.
- Keraf, G. (2010). *Argumentasi dan Narasi*. Jakarta : Gramedia.
- Kusumah, Y. S. (2008). *Konsep, Pengembangan, dan Implementasi Computer-Based Learning dalam Peningkatan kemampuan High-Order Mathematical Thinking*. Makalah. Disajikan pada Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang pendidikan Matematika pada Tanggal 23 Oktober 2008. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lak Cho, K., & Jonassen, D. H. (2002). The Effects of Argumentation Schaffolds on Argumentation and Problem Solving. *ETR&D*. Volume 50(3) : 5-22.
- Miller, P. & Koesling, D. (2009). *The Right to Literacy in Secondary Schools: Creating a Culture of Thinking*, edited by Suzanne Plaut. http://pubs.cde.ca.gov/tcsii/ch2/documents/Plaut_Chap_5.pdf. [29 Mei 2013]. Tersedia On Line.
- Mueller, M., Maher, C., & Yankelwitz, D. (2009). A Framework for Analyzing the Collaborative Construction of Arguments and It's Interplay with Agency. *Conferencing Papers-Psychology of Mathematics and Education of North America. 2009 Annual Meeting* : 1-9.
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, Dialogue Theory, and Probability Modeling: Alternative Frameworks for Argumentation Research in Education. *Educational Psychologist*. Volume 46. No 2 : 84-106.
- Pedemonte, B. (2000). Some Cognitive Aspects of The Relationship Between Argumentation and Proof in Mathematics. In *Proceedings of the 25th Conference of The International Group for the Psychology of Mathematics Education Utrecht*.
- Slavin, R. E. (2008). *Cooperative Learning: Teori, Riset dan Praktik*. Bandung: Nusa Media.
- Sumarmo, U. (2004). *Pembelajaran Ketrampilan Membaca Matematika pada Siswa Menengah*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional. Cirebon: Unswagati.
- Viholainen, A. (2010). *The View Of Mathematics And Argumentation*. http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG1/CERME7_WG1_Viholainen.pdf [19 Desember 2012]. On Line.

IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN *DOUBLE LOOP PROBLEM SOLVING* UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI STRATEGIS SISWA SMP

Devi Nurul Yuspriyati

Jurusan Pendidikan Matematika, STIKP Siliwangi Bandung
devi_yuspriyati@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pola pikir yang berkembang pada masyarakat pada umumnya adalah matematika adalah ilmu yang sulit dipahami. Padahal dalam sistem pendidikan di negara kita penguasaan terhadap pelajaran matematika diutamakan. Fungsi pelajaran matematika sebagai sarana pembentukan pola pikir siswa yang dapat diukur dari kemampuan atau kecakapan yang dimiliki siswa dalam penguasaan materi. Salah satu kompetensi matematika yang dimaksud adalah kemampuan kompetensi strategis siswa. Agar kompetensi strategis matematis siswa dapat terealisasi dengan baik, diupayakan suatu pembelajaran matematika yang dapat memacu siswa untuk dapat mengasah ide, skill, metakognitif, segi heuristik, konsep, serta sikap siswa dalam proses pembelajaran. Salah satu pembelajaran yang dimaksud adalah pembelajaran matematika dengan menggunakan *Double Loop Problem Solving* (DLPS). Tahapan pembelajaran dengan pendekatan DLPS ini mengarahkan siswa agar mampu mengasah ide, skill, metakognitif, konsep, heuristik serta sikap siswa ketahui dari permasalahan yang diberikan. Berdasarkan pengolahan data kuantitatif diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kompetensi strategis matematis antara siswa yang memperoleh pembelajaran matematika dengan pendekatan DLPS dan siswa yang memperoleh pembelajaran matematika konvensional. Dari hasil perhitungan dan uji hipotesis, peningkatan kompetensi strategis matematis kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu, sebagian besar siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika dengan pendekatan *Double Loop Problem Solving* (DLPS) memberikan respons positif terhadap pembelajaran matematika yang diberikan.

Kata kunci: *Double Loop Problem Solving* (DLPS), Kompetensi Strategis Siswa.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Matematika adalah suatu ilmu pengetahuan yang memiliki peranan penting dalam seluruh aspek kehidupan manusia. Menurut Johnson dan Rising (Istiqomah, 2008 : 1), matematika adalah pola pikir dan pola yang mengorganisasikan pembuktian yang logis. Matematika merupakan ilmu yang mempunyai ciri-ciri khusus, salah satunya adalah penalaran dalam matematika yang bersifat deduktif dan aksiomatis yang berkenaan dengan ide-ide, konsep-konsep, dan simbol-simbol yang abstrak serta tersusun secara hierarkis, sehingga dalam pendidikan dan pengajaran matematika perlu ditangani secara khusus pula. Setiap individu dapat memanfaatkan matematika untuk memperoleh kemampuan-kemampuan dan keterampilan-keterampilan tertentu, untuk pengembangan cara berpikir dan membentuk sikap. Oleh karena itu, pendidikan matematika sebagai bagian internal dari kurikulum sekolah mempunyai potensi besar untuk memainkan peran strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia (SDM).

Tujuan pembelajaran matematika di sekolah dibuat berdasarkan pada fungsi mata pelajaran matematika di sekolah, yaitu sebagai alat, pola pikir dan ilmu pengetahuan (Suherman dkk. , 1992 : 55). pola pikir siswa dapat diukur dari kemampuan atau kecakapan yang dimiliki oleh siswa dalam

penguasaan materi pelajaran matematika atau dinamakan dengan *Mathematical Proficiency* atau kecakapan matematika. Kemampuan pemecahan masalah matematika merupakan bagian dari kemampuan daya matematis. Agar kemampuan daya matematis ini dapat berkembang, maka pembelajaran harus menjadi lingkungan dimana siswa dapat terlibat secara aktif dalam banyak kegiatan matematika yang bermanfaat, diantaranya dengan pendekatan *Double Loop Problem Solving* (DLPS).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan dan batasan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan kompetensi strategis antara siswa yang mengikuti pembelajaran matematika dengan DLPS dan pembelajaran matematika dengan menggunakan konvensional?
2. Bagaimana aktivitas siswa dalam proses pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan DLPS?
3. Bagaimana sikap siswa terhadap pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan DLPS?
4. Apa hambatan dalam mengimplementasikan pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan DLPS?

1.3. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang implikasi pembelajaran DLPS dalam upaya meningkatkan kompetensi strategis siswa. Secara lebih khusus penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Menelaah, mendeskripsikan, dan membandingkan peningkatan kemampuan kompetensi strategis siswa yang memperoleh pembelajaran yang menggunakan pendekatan DLPS adanya perbedaan yang signifikan dari pada siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
2. Menelaah sejauh mana aktivitas siswa dalam pembelajaran matematika dengan pendekatan DLPS terhadap peningkatan kemampuan kompetensi strategis siswa.
3. Mendeskripsikan sikap siswa terhadap pembelajaran matematika dengan pendekatan DLPS.
4. Menelaah dan mendeskripsikan hambatan dalam mengimplementasikan pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan DLPS.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi :

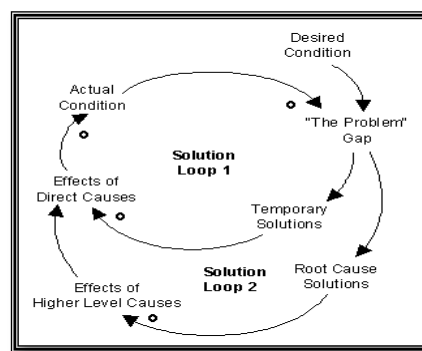
1. Bagi siswa, pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan DLPS dapat meningkatkan kemampuan kompetensi strategis siswa sehingga diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Bagi guru, penerapan pendekatan DLPS dapat dijadikan salah satu alternatif pembelajaran di SMP untuk peningkatan kemampuan kompetensi strategis siswa di sekolah guna meningkatkan kualitas pembelajaran yang dilakukannya.
3. Bagi sekolah, dapat dijadikan salah satu bahan masukan dalam rangka peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematis siswa di sekolah menengah pertama.
4. Bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan berpijak dalam rangka menindaklanjuti penelitian ini dengan ruang lingkup yang cukup luas dalam pembelajaran matematika.

2. Kajian Teori dan Metode

2.1. Kajian Teori

Double Loop Problem Solving (DLPS)

DLPS adalah sebuah variasi dari pendekatan problem solving, DLPS menekankan pada penelusuran penyebab masalah yaitu sebagai sebab utama dari timbulnya masalah. Selanjutnya dilakukan dalam dua langkah pembelajaran (*Double Loop*) yaitu loop solusi yang ditujukan untuk mendeteksi penyebab masalah yang paling langsung, dan kemudian merancang dan menerapkan solusi sementara. Loop solusi kedua berusaha untuk menemukan penyebab yang tingkatannya lebih tinggi, dan kemudian merancang dan mengimplementasikan solusi dari akar masalah. Menurut Suherman (Nurazizah, 2010: 18) DPLS adalah variasi dari pembelajaran dengan pemecahan masalah dengan penekanan pada pencarian kausal (penyebab) utama dari timbulnya masalah, jadi berkenaan dengan jawaban untuk pertanyaan mengapa. Selanjutnya menyelesaikan masalah tersebut dengan cara menghilangkan gap yang menyebabkan munculnya masalah tersebut. Sintaknya adalah: identifikasi, deteksi kausal, solusi tentative, pertimbangan solusi, analisis kausal, deteksi kausal lain, dan rencana solusi yang terpilih. Langkah penyelesaian masalah sebagai berikut: menuliskan pernyataan masalah awal, mengelompokkan gejala, menuliskan pernyataan masalah yang telah direvisi, mengidentifikasi sebab dari suatu masalah, implementasi solusi, identifikasi penyebab utama, menemukan pilihan solusi utama, dan implementasi solusi utama.



Gambar 1. Siklus DLPS

Kompetensi Strategis Siswa

Dalam pembelajaran matematika, Kilpatrick dan Findell (2001 : 116) menyimpulkan bahwa terdapat lima jenis kompetensi matematik yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika di sekolah, di antaranya adalah:

- Conceptual Understanding*
Conceptual understanding adalah kemampuan dalam memahami konsep, operasi dan relasi dalam matematika.
- Procedural Fluency*
Procedural fluency merupakan kemampuan yang mencakup pengetahuan mengenai prosedural, pengetahuan mengenai kapan dan bagaimana menggunakan prosedur yang sesuai, serta kemampuan dalam membangun fleksibilitas, akurasi, serta efisiensi dalam menyelesaikan suatu masalah. Menggunakan prosedur serta memanfaatkan prosedur.
- Strategic Competence*
Strategic competence merupakan suatu kemampuan untuk memformulasikan, merepresentasikan, serta menyelesaikan permasalahan matematika.
- Adaptive Reasoning*
Adaptive reasoning merupakan kapasitas untuk berpikir secara logis mengenai hubungan antara konsep dan situasi.
- Productive Disposition*
Productive disposition merupakan tumbuhnya sikap positif serta kebiasaan untuk melihat matematika sebagai sesuatu yang masuk akal, berguna dan berfaedah dalam kehidupan.

Kompetensi matematis yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah kompetensi strategis siswa. Setiap kompetensi tersebut memiliki indikator-indikator yang dapat diamati dan diukur untuk diketahui perkembangannya pada diri siswa. Adapun indikator dari kompetensi strategis diantaranya siswa dapat :

- Memahami situasi serta kondisi dari suatu permasalahan.

- b. Menemukan kata-kata kunci serta mengabaikan hal-hal yang tidak relevan dari suatu permasalahan.
- c. Menyajikan masalah secara matematik dalam berbagai bentuk.
- d. Memilih penyajian yang cocok untuk membantu memecahkan permasalahan.
- e. Menemukan hubungan matematik yang ada di dalam suatu masalah.
- f. Memilih dan mengembangkan metode penyelesaian yang efektif dalam menyelesaikan suatu permasalahan.
- g. Menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan.

Metode Penelitian

Menurut karakteristiknya, penelitian ini termasuk penelitian eksperimen karena tujuannya untuk melihat hubungan sebab akibat melalui pemanipulasian variabel bebas dan menguji perubahan yang diakibatkan oleh pemanipulasian tadi (Subana dan Sudrajat, dalam Nurdin, 2006 : 28). Hasil pemanipulasian ini dapat dilihat dari variabel terikatnya, yaitu berupa peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematis siswa.

Dengan demikian, desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain yang melibatkan dua kelompok dengan pretes dan postes. Pengambilan kelas dilakukan secara acak kelas. Diagram disain eksperimennya sebagai berikut :

A	O	X	O
A	O		O

Keterangan :

A = pemilihan sampel secara acak kelas

O = pretes = postes

X = perlakuan berupa pembelajaran menggunakan *Double Loop Problem Solving* (DLPS).

Instrumen Penelitian

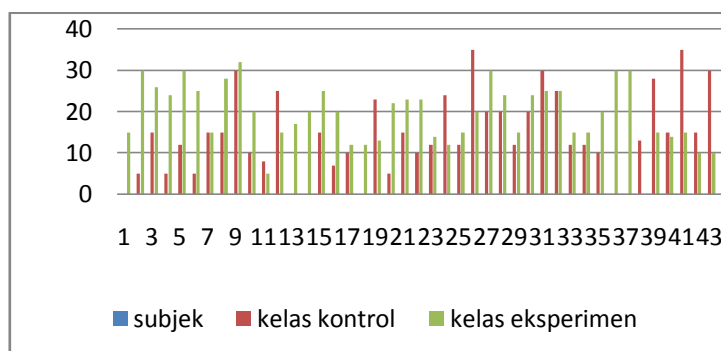
Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas instrumen pembelajaran dan instrumen pengumpul data. Instrumen pembelajaran berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan bahan ajar. Bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar kerja siswa (LKS). Sedangkan instrumen pengumpul data berupa instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa tes kemampuan komunikasi matematis siswa, dan instrumen non tes terdiri atas: lembar observasi, jurnal siswa, dan angket yang berbentuk skala sikap.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

Secara umum, pelaksanaan pembelajaran DLPS berlangsung baik. Pada tahap awal guru memberikan motivasi kepada siswa dengan cara tanya jawab yang disebut dengan tahap orientasi. Selanjutnya guru menjelaskan bagaimana langkah-langkah pokok kegiatan pembelajaran yang akan diterapkan didalam kelas, termasuk peran serta dan keaktifan siswa dalam diskusi kelompok dan penyajian hasil di depan kelas. Guru selanjutnya menjelaskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam pertemuan ini, menyampaikan kepada siswa perlunya memahami konsep-konsep matematika secara mendalam dengan cara terlibat secara aktif menemukan kembali ide-ide matematik tersebut menggunakan pengetahuan dan pengalaman belajar matematika sebelumnya. Oleh karena itu, guru menekankan betapa pentingnya mengemukakan alasan-alasan logis pada setiap langkah penyelesaian masalah yang dilakukan.

Analisis Data Pretes



Grafik 1
Skor Pretes Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Analisis Data Postes

Tabel 1
Hasil Deskriptif Postes Kelas Eksperimen dan Kontrol

Postes	Banyak Siswa	Skor Minimum	Skor Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
Kelas eksperimen	44	18	50	33,77	8,52
Kelas Kontrol	43	0	38	15,58	11,30

3.2. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil uji kesamaan dua-rata skor pretes kelas eksperimen dengan kelas kontrol, diperoleh bahwa kompetensi strategis matematis awal siswa adalah sama. Hal ini terlihat dari pengujian hipotesis dengan menggunakan uji statistik non parametrik dengan bantuan *software SPSS 16.0 for window* yaitu dengan menggunakan uji *Mann-Whitney* diperoleh nilai signifikansi 0,060 lebih besar dari 0,05. Maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kompetensi strategis matematis awal siswa kedua kelas sama.

Dari perhitungan nilai gain ternormalisasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematis diantara keduanya. Rata-rata nilai gain ternormalisasi untuk kelas eksperimen adalah 0,34 dengan standar deviasi 0,23 dan rata-rata nilai gain ternormalisasi untuk kelas kontrol adalah 0,09 dengan deviasi standar 0,16. Setelah diinterpretasikan, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol memiliki rata-rata nilai gain ternormalisasi yang termasuk ke dalam kategori rendah. Peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematisnya termasuk ke dalam kategori sedang dan rendah, tetapi perbedaan peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematis antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol cukup signifikan. Artinya, peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas kontrol.

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian mengenai pembelajaran matematika dengan menggunakan DLPS didukung oleh hasil angket skala sikap siswa, dimana siswa memberikan respons positif terhadap proses pembelajaran yang berlangsung. Siswa tidak merasa bosan dan merasa tertantang ketika dihadapkan pada permasalahan sehari-hari yang berkaitan dengan matematika.

Berdasarkan hasil analisis jurnal harian siswa dapat disimpulkan siswa memberikan respons yang positif terhadap pembelajaran yang berlangsung. Meskipun masih terdapat beberapa siswa yang kurang merespon dengan baik terhadap pembelajaran matematika dengan pendekatan DLPS. Selain itu siswa juga lebih mudah memahami cara menyelesaikan permasalahan matematika jika menggunakan pendekatan DLPS.

Berdasarkan hasil observasi, setiap pertemuan berlangsung sesuai dengan rencana pelaksanaan pembelajaran yang telah disusun sebelumnya. Siswa juga lebih antusias ketika pembelajaran sedang berlangsung.

Selama pembelajaran berlangsung siswa mengikuti secara aktif dan menyenangkan. Sehingga interaksi antara guru dan siswa terjalin dengan baik, baik dari interaksi guru terhadap siswa maupun siswa terhadap guru. Aktifitas selama pembelajaran sangat menyenangkan dan juga aktif walaupun pada awal-awal pembelajaran siswa merasa kebingungan dalam mengerjakan lembar kerja yang diberikan oleh guru.

Dalam setiap pembelajaran yang dilaksanakan selalu ada hambatan. Hambatan terjadi baik dari segi eksternal maupun internal. Hambatan eksternal adalah hambatan yang terjadi karena hambatannya diluar pembelajaran yaitu keadaan kesehatan siswa dan guru, rasa emosional dari lingkungan luar atau keluarga, dan yang lainnya. Hambatan internal yaitu hambatan yang terjadi selama pembelajaran. Selama pembelajaran menggunakan DLPS baik siswa merasa kurang dalam waktu yang diberikan karena dalam mengerjakan masalah matematika. Selain waktu faktor waktu fasilitas dan juga biaya sangat terbatas sehingga pembelajaran tidak seoptimal yang direncanakan.

Berdasarkan uraian secara keseluruhan, pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan *Double Loop Problem Solving* dapat lebih meningkatkan kemampuan kompetensi strategis matematis siswa dibandingkan dengan pembelajaran matematika konvensional. Selain itu, pendekatan DLPS juga dapat dijadikan suatu alternatif pembelajaran mengingat respons positif yang diberikan siswa selama proses pembelajaran dengan pendekatan DLPS. Namun, tetap saja pembelajaran dengan pendekatan DLPS tetap memiliki kekurangan, salah satunya adalah waktu yang diperlukan selama proses pembelajaran relatif lama.

Dalam penelitian ini, banyak hambatan yang ditemukan baik dalam internal maupun eksternal, diantaranya:

1. Siswa mengalami stres pada saat pembelajaran akan dimulai, kemungkinan hal ini terjadi karena mereka kurang mempercayai diri dalam mengerjakan ataupun menyelesaikan permasalahan matematika yang diberikan. Siswa merasa kalau permasalahan yang diberikan terlalu sulit.
2. Kurang efisiennya waktu. Dalam hal ini waktu yang dibutuhkan waktu yang lebih banyak dalam pembelajaran menggunakan *Double Loop Problem Solving*. Selain itu, dalam materi yang disampaikan diberi waktu hanya sebentar sehingga guru kurang optimal.
3. Kekurangan guru dalam menjelaskan materi, baik dari segi kejelasan menerangkan, ketepatan, metode yang digunakan, kekurangan optimal dalam menjelaskan ataupun yang lainnya sehingga siswa tidak mengerti materi yang dikerjakan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan mengenai Implementasi pembelajaran matematika dengan menggunakan DLPS untuk meningkatkan kompetensi strategis siswa dan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika dengan pendekatan konvensional, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan kompetensi strategis matematis antara siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika dengan pendekatan *Double Loop Problem Solving* dan siswa yang mendapatkan pembelajaran matematika dengan metode konvensional. Selanjutnya, nilai rata-rata indeks gain kompetensi strategis kelas eksperimen lebih besar dibandingkan nilai rata-rata gain kelas kontrol. Ini berarti bahwa peningkatan kompetensi strategis matematis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Namun demikian, berdasarkan analisa data indeks gain, baik untuk kelas eksperimen maupun kelas kontrol kualitas peningkatan kompetensi strategisnya termasuk ke dalam kategori rendah. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah siswa yang belum terbiasa dengan pembelajaran yang diberikan, penyampaian guru yang kurang

maksimal, atau suasana pembelajaran yang tidak menunjang siswa untuk dapat mengikuti pembelajaran dengan baik.

2. Selama pembelajaran berlangsung siswa mengikuti secara aktif dan menyenangkan. Sehingga interaksi antara guru dan siswa terjalin dengan baik, baik dari interaksi guru terhadap siswa maupun siswa terhadap guru. Aktifitas selama pembelajaran sangat menyenangkan dan juga aktif walaupun pada awal-awal pembelajaran siswa merasa kebingungan dalam mengerjakan lembar kerja yang diberikan oleh guru.
3. Secara umum, siswa memberikan respons positif terhadap pembelajaran matematika dengan pendekatan *Double Loop Problem Solving*.
4. Dalam setiap pembelajaran yang dilaksanakan selalu ada hambatan. Hambatan terjadi baik dari segi eksternal maupun internal. Hambatan eksternal adalah hambatan yang terjadi karena hambatannya diluar pembelajaran yaitu keadaan kesehatan siswa dan guru, rasa emosional dari lingkungan luar atau keluarga, dan yang lainnya. Hambatan internal yaitu hambatan yang terjadi selama pembelajaran. Selama pembelajaran menggunakan DLPS baik siswa merasa kurang dalam waktu yang diberikan karena dalam mengerjakan masalah matematika. Selain waktu faktor waktu fasilitas dan juga biaya sangat terbatas sehingga pembelajaran tidak seoptimal yang direncanakan.

4.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Pembelajaran matematika dengan pendekatan *Double Loop Problem Solving* dapat dijadikan salah satu alternatif pembelajaran matematika di sekolah mengingat pendekatan DLPS dapat meningkatkan kemampuan kompetensi strategis matematis siswa yang lebih baik.
2. Pendekatan DLPS sangat cocok jika akan diaplikasikan untuk memecahkan permasalahan matematika yang bersifat non rutin, sehingga siswa tidak lagi merasa asing dengan permasalahan yang ada di sekitar mereka yang berhubungan dengan matematika.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan permasalahan yang telah dikaji dalam penelitian ini. Seperti halnya, dalam mengukur kemampuan-kemampuan matematis yang lain yang belum banyak dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kaur, Berinderjeet; Yeap Ban Har; Kapur, Manur. (2009). *Mathematical Problem Solving*. World Scientific. Singapore
- Kilpatrick, Swafford, & Findell. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nurazizah, Diah (2009). *Implementasi Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Double Loop Problem Solving (DLPS) dalam Upaya Meningkatkan Komunikasi Matematis Siswa SMP*. Skripsi pada Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI. Bandung: Tidak Diterbitkan
- Ruseffendi, E.T (1994). *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non Eksakta Lainnya*. Semarang: Semarang IKIP Press.
- Ruseffendi, E.T (2010). *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non-Eksakta Lainnya*. Bandung: Tarsito.
- Suherman, dan Winataputra. (1992). *Strategi Belajar Mengajar Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suherman, dkk (2001). *Common Text Book : Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung : JICA UPI.
- Suherman, E (2003). *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

MENINGKATKAN KEMAMPUAN ANALOGI MATEMATIS SISWA SMP DENGAN MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING

Anik Yuliani

Jurusan Pendidikan Matematika, STKIP Siliwangi
anik_yuliani070886@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah perbedaan peningkatan kemampuan analogi matematis yang memperoleh model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional. Dipilih dua kelas secara acak dengan cara mengundi untuk dijadikan sampel penelitian, kelas yang terpilih sebagai sampel penelitian yaitu kelas VIII A sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII E sebagai kelas kontrol. Setiap kelas terdiri dari 40 siswa yang terbagi kedalam tiga kemampuan awal matematika yang berbeda, yaitu siswa berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Analisis kuantitatif dilakukan terhadap rata-rata gain ternormalisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran matematika dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan kemampuan analogi matematis siswa, demikian juga dilihat dari kategori kemampuan awal matematika siswa.

Kata Kunci: Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing, Kemampuan Analogi Matematis.

1. Pendahuluan

Keraf (Shadiq, 2004) menyatakan bahwa penalaran merupakan proses berpikir yang berusaha menghubungkan-hubungkan fakta-fakta atau evidensi-evidensi yang diketahui menuju kepada suatu kesimpulan. Hal senada juga diungkapkan oleh Wahyudin (2008) menyatakan bahwa penalaran dan pembuktian matematis menawarkan cara-cara yang tangguh untuk membangun dan mengekspresikan gagasan tentang beragam fenomena yang luas. Orang-orang yang menggunakan nalar dan berpikir secara analitis cenderung memperhatikan pola-pola, struktur, atau keteraturan-keteraturan baik itu dalam situasi-situasi dunia nyata maupun dalam objek simbolis.

Dikenal dua macam penalaran dalam matematika yaitu penalaran deduktif dan penalaran induktif. Copi (Sumarmo, 1987) menyatakan bahwa penalaran deduktif adalah proses penalaran yang konklusinya diturunkan secara mutlak menurut premis-premisnya. Penalaran deduktif meliputi modes ponens, modus tollens, silogisme hipotetik, dan silogisme dengan kuantifikasi. Sedangkan penalaran induktif didefinisikan sebagai proses penalaran dari hal khusus ke yang umum. Dengan kata lain, penalaran induktif memerlukan pengamatan contoh-contoh khusus yang dapat menyebabkan suatu pola utama atau aturan. Penalaran induktif meliputi: analogi, generalisasi, dan hubungan kausal.

Analogi menurut Shurter dan Pierce (Sumarmo, 1987) yaitu penalaran yang dari satu hal tertentu kepada satu hal lain yang serupa kemudian menyimpulkan apa yang benar untuk satu hal juga akan benar untuk hal lain. Hal senada juga diungkapkan Mundiri (2010) yang menyatakan bahwa analogi merupakan proses penalaran dari satu fenomena menuju ke fenomena lain yang sejenis kemudian disimpulkan bahwa apa yang terjadi pada fenomena yang pertama juga akan terjadi pada fenomena yang lain.

Mengingat bahwa kemampuan analogi sangat penting maka perlu mendapatkan perhatian yang serius dalam proses pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama. Sebagaimana yang diungkapkan oleh Sastrosudirjo (Alamsyah, 2000) juga menunjukkan bahwa kemampuan analogi verbal berkontribusi positif dengan prestasi belajar matematika siswa. Namun pada

kenyataannya tidak semua orang menyadari pentingnya kemampuan analogi. Hal ini dibuktikan dengan masih banyak hasil penelitian yang menemukan bahwa kemampuan analogi matematis masih rendah. Alamsyah (2000) dalam penelitiannya menemukan bahwa kemampuan penalaran analogi matematika siswa sangat rendah, hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata skor tes awal $\bar{x} = 13,59$. Begitu juga dengan Herdian (2010) dalam penelitiannya menemukan bahwa kemampuan analogi dan generalisasi matematis siswa yang memiliki kemampuan rendah berada pada kualifikasi kurang, hal ini dapat terjadi karena proses pembelajaran melalui metode *discovery* dirasakan lebih sulit bagi siswa lemah, dan sebaliknya bagi siswa pandai.

Masih rendahnya kualitas kemampuan analogi matematis merupakan indikasi bahwa tujuan pembelajaran matematika belum tercapai secara optimal. Agar tujuan tersebut dapat tercapai dengan optimal, salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan melaksanakan proses pembelajaran yang berkualitas. Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas pembelajaran matematika. Salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah ketepatan dalam penerapan model pembelajaran oleh guru. Trianto (2007) mengungkapkan bahwa dalam memilih suatu model pembelajaran harus memiliki pertimbangan-pertimbangan. Misalnya materi pelajaran, tingkat perkembangan kognitif siswa, dan sarana atau fasilitas yang tersedia, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat tercapai.

Salah satu keputusan yang perlu diambil guru mengenai pembelajaran adalah pemilihan model pembelajaran yang digunakan. Sampai saat ini model pembelajaran matematika yang diterapkan masih cenderung berpusat pada guru (*teacher centered*) sebagai penyampai materi. Akibatnya banyak siswa yang pasif dan hanya menerima apa yang disampaikan oleh guru, sehingga yang terjadi adalah siswa mampu menghafal materi, tetapi tidak memahami konsep yang sebenarnya. Selain itu, siswa juga menjadi tidak mampu menghubungkan antara apa yang mereka pelajari dengan bagaimana pengetahuan tersebut akan dimanfaatkan.

Salah satu model pembelajaran yang dipandang dapat mengembangkan keterlibatan siswa secara aktif adalah model pembelajaran inkuiri. Pada model pembelajaran inkuiri pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh oleh siswa diharapkan bukan hasil mengingat seperangkat fakta-fakta, tetapi hasil dari menemukan sendiri (Trianto, 2007). Model pembelajaran inkuiri juga sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika, dimana dengan menerapkan model pembelajaran inkuiri akan melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga siswa mampu merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri (Gulo, 2002).

Hutabarat (2009) menyatakan bahwa sebagai ciri khas dari inkuiri adalah induktif, karena pembuktian rumus tanpa dipengaruhi oleh teori-teori yang sudah ada. Siswa diharapkan dapat mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan dengan cara melakukan pengamatan, mengumpulkan data, menganalisis dan menarik kesimpulan. Dengan demikian model pembelajaran inkuiri terbimbing diharapkan dapat meningkatkan kemampuan analogi.

2. Metode Penelitian

2.1. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Penelitian ini melibatkan tiga variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Model pembelajaran inkuiri terbimbing dan pembelajaran konvensional sebagai variabel bebas. Kemampuan analogi matematis sebagai variabel terikat. Kemudian siswa dengan tingkat kemampuan tinggi, sedang dan rendah sebagai variabel kontrol. Pada penelitian ini terdapat dua kelompok subjek penelitian yaitu kelompok eksperimen yang memperoleh model pembelajaran inkuiri terbimbing dan kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah “*factorial design*”, yaitu dengan memperhatikan adanya variabel kontrol yang mempengaruhi perlakuan (variabel bebas) terhadap hasil (variabel terikat).

2.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa-siswi SMPN 2 Dayeuhluhur Kab. Cilacap. Berdasarkan peringkat sekolah, SMP Negeri 2 Dayeuhluhur termasuk dalam klasifikasi sekolah sedang, sehingga kemampuan akademik siswanya pun heterogen dan dapat mewakili siswa dari tingkat kemampuan tinggi, sedang dan rendah.

Dari enam kelas VIII yang ada di SMP Negeri 2 Dayeuhluhur yang setiap kelompok kelasnya memiliki karakteristik yang sama, dipilih dua kelas secara acak dengan cara mengundi untuk dijadikan sampel penelitian. Teknik acak kelas ini digunakan karena setiap kelas dari seluruh kelas yang ada mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih sebagai sampel penelitian. Terpilihlah kelas VIII A dan VIII E sebagai sampel penelitian, kemudian dari dua kelas tersebut dipilih secara acak, satu kelas digunakan sebagai kelas eksperimen dan satu kelas lagi digunakan sebagai kelas kontrol. Dalam penelitian ini terpilih siswa kelas VIII A sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII E sebagai kelas kontrol.

2.3. Instrumen Tes Analogi Matematis

Tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan analogi matematis siswa terdiri dari 5 butir soal yang berbentuk uraian. Dalam penyusunan soal tes, terlebih dahulu dibuat kisi-kisi soal yang dilanjutkan dengan menyusun soal beserta alternatif jawaban dari masing-masing butir soal.

3. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisis data yang telah disajikan sebelumnya, berikut ini akan diuraikan deskripsi dan interpretasi data hasil penelitian. Deskripsi dan interpretasi data penelitian dianalisis berdasarkan kemampuan analogi matematis, pembelajaran matematika dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing, aktivitas guru dan siswa, serta tanggapan guru terhadap model pembelajaran inkuiri terbimbing.

3.1. Peningkatan Kemampuan Analogi Matematis

Berdasarkan analisis awal mengenai skor *pretest* pada kedua kelompok menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya, terhadap kedua kelompok tersebut diberikan perlakuan yang berbeda. Kelompok eksperimen mendapatkan perlakuan berupa model pembelajaran inkuiri terbimbing, sedangkan kelompok kontrol mendapatkan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil perhitungan gain ternormalisasi, secara keseluruhan kelompok eksperimen menunjukkan rata-rata peningkatan kemampuan analogi sebesar 0,613, sedangkan rata-rata peningkatan kemampuan analogi kelompok kontrol sebesar 0,455. Berdasarkan hasil uji Anova Dua Jalur diperoleh signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ yang artinya peningkatan kemampuan analogi matematis siswa yang memperoleh MPIT lebih baik daripada siswa yang memperoleh PK. Secara keseluruhan peningkatan gain kemampuan analogi matematis siswa yang memperoleh model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional berada pada klasifikasi sedang.

Selanjutnya dilakukan pengujian statistik ANOVA dua jalur untuk melihat perbedaan peningkatan kemampuan analogi matematis dilihat dari kategori kemampuan siswa. Hasil pengujian menunjukkan adanya penolakan H_0 mengenai perbedaan peningkatan kemampuan analogi matematis siswa, antara siswa yang memiliki kemampuan tinggi, sedang dan rendah mengindikasikan bahwa kategori kemampuan siswa secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan analogi matematis siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Galton (Ruseffendi, 1991) bahwa dari sekelompok anak terdapat sejumlah anak yang berbakat atau pintar,

sedang dan kurang, yang memiliki perbedaan kemampuan individual. Permasalahan yang sering muncul dalam pembelajaran matematika biasanya terjadi pada siswa yang berkemampuan kurang (rendah). Mereka cenderung tidak dapat mengikuti pelajaran matematika secepat dan sebaik siswa berkemampuan sedang apalagi siswa yang berkemampuan tinggi.

Adanya peningkatan menunjukkan bahwa siswa mulai terbiasa dengan soal-soal analogi dan telah memahami konsep-konsep yang diberikan atau diajarkan sehingga mereka dapat mencari analogi dari dua kasus atau hal yang berbeda pada setiap soal.

3.2. Pembelajaran Matematika dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Pada penelitian ini peneliti bertindak sebagai pengajar pelaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Oleh karena itu selama proses pembelajaran peneliti menemukan beberapa hal penting antara lain:

- a) Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran baru bagi siswa SMP Negeri 2 Dayeuhluhur. Hal ini memberikan nuansa baru terhadap kegiatan pembelajaran yang diberikan sebelumnya. Selama ini proses pembelajaran hanya berkisar pada guru menjelaskan, siswa mendengarkan atau memperhatikan, sekali-sekali siswa bertanya dan guru menjawab, kemudian mencatat.
- b) Pada pertemuan pertama siswa tampak bingung dan kaku dalam mengikuti pembelajaran inkuiri terbimbing, diskusi kelompok tidak berjalan optimal. Hal ini karena siswa belum terbiasa diberi kesempatan untuk membuat dugaan-dugaan atau pertanyaan-pertanyaan sendiri kemudian menjawab sendiri, serta belum terbiasa mengajukan pendapat dihadapan teman-temannya pada waktu pembelajaran berlangsung. Tapi pada pertemuan selanjutnya hal itu tidak tampak lagi.

Selain temuan di atas, secara umum pelaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berjalan lancar tidak mengalami hambatan yang berarti. Pada bagian awal pembelajaran siswa dihadapkan pada situasi atau masalah (berupa kegiatan) yang terdapat dalam LKS, kemudian siswa mendiskusikannya pada kelompok masing-masing untuk membuat dugaan. Dalam hal ini, siswa belajar menggunakan praktik-praktik inkuiri secara efektif untuk membantu mereka membangun pengetahuan dari data/fakta yang ada. Selanjutnya guru berkeliling untuk memeriksa apakah terdapat kelompok yang mengalami kesulitan.

Siswa diberikan kesempatan untuk mengeksplorasi sedalam-dalamnya konsep-konsep dan prinsip-prinsip melalui berbagai cara seperti diskusi, demonstrasi, eksperimen, simulasi dan sebagainya. Hal ini dapat dilihat dari kegiatan beberapa orang siswa yang merupakan perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan kelompok lain menanggapi. Apabila ada kelompok yang mengalami kesulitan, guru memberikan pengarahan dan penjelasan. Siswa berdiskusi dalam kelompoknya dan melakukan kegiatan inkuiri untuk menemukan misalnya mengamati unsur-unsur kubus, balok, prisma dan limas; menemukan jaring-jaring kubus dan balok serta menemukan rumus luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar dengan langsung mengamatinnya pada alat peraga yang telah disediakan oleh peneliti untuk masing-masing kelompok. Melalui pengamatan tersebut, mereka didorong untuk menemukan pola, hubungan-hubungan, dan jawaban terhadap pertanyaan.

Berdasarkan analisis data ini dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing secara signifikan meningkatkan kemampuan analogi matematis dibandingkan dengan kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional. Untuk mendukung hasil analisis dan kesimpulan ini, tampaknya terdapat beberapa alasan yang dapat dikemukakan sehubungan kontribusi pembelajaran inkuiri terbimbing yang menyebabkan peningkatan kemampuan analogi matematis siswa kelompok eksperimen lebih baik daripada kelompok kontrol.

Keberhasilan pembelajaran inkuiri terbimbing dalam meningkatkan kemampuan analogi matematis siswa terjadi karena dalam pembelajaran inkuiri terbimbing, siswa merasakan proses-proses pemikiran yang memerlukan setiap siswa untuk mengerjakan penemuan dari fakta-fakta dan pengamatan-pengamatan yang spesifik menuju ke kesimpulan-kesimpulan. Siswa bereaksi dengan usaha-usaha untuk membangun suatu pola yang penuh arti mendasar dari pengamatan-pengamatan

pribadi dan pengamatan yang lain. Akibatnya siswa akan lebih lama mengingat konsep materi pembelajaran. Hal ini diperkuat dengan pendapat Turmudi (2008) yang menyatakan bahwa matematika adalah proses inquiry dan proses coming to know, lapangan berekreasi dan temuan manusia yang secara terus menerus meluas, dan bukan produk yang selesai.

Melalui pertanyaan-pertanyaan yang dimuat dalam lembar kerja siswa (LKS) akan mendorong siswa melakukan pengamatan, mengklasifikasikan, membuat analogi, menganalisis, dan membuat kesimpulan (generalisasi) untuk menemukan konsep, prosedur dan prinsip matematika secara individual maupun kelompok. Sehingga melalui aktivitas mental seperti itu, kemampuan analogi dan generalisasi siswa akan berkembang dengan baik.

Terjadinya aktivitas mental dalam menemukan konsep, prosedur dan prinsip matematika sangat bergantung pada pertanyaan-pertanyaan yang disajikan dalam lembar kerja siswa (LKS). Pertanyaan-pertanyaan yang diajukan harus terjangkau oleh pikiran siswa dan mampu mendorong siswa melakukan proses analisis, menemukan analogi, dan melakukan generalisasi.

Dalam mengkonstruksi konsep matematika baik secara individu maupun kelompok melalui proses analisis, menemukan analogi, dan melakukan generalisasi, siswa sebaiknya mendapat bantuan dari guru. Bantuan yang diberikan dapat berbentuk pertanyaan-pertanyaan yang lebih sederhana dan lebih mengarahkan siswa untuk mengkonstruksi suatu konsep matematika. Pembelajaran dengan inkuiri terbimbing akan efektif bila pertanyaan-pertanyaan dalam lembar kerja siswa (LKS) disajikan dengan tepat sehingga dapat merangsang proses berpikir siswa secara optimal. Ini artinya pertanyaan-pertanyaan dalam lembar kerja siswa (LKS) harus mendorong siswa melakukan proses inkuiri.

Berdasarkan hasil analisis data sikap siswa terhadap matematika pada siswa yang belajar menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing lebih baik daripada siswa yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional. Hasil temuan ini juga mengindikasikan bahwa pembelajaran dengan inkuiri terbimbing tidak hanya memberikan pengaruh yang positif pada sikap siswa kemampuan tinggi saja. Tetapi juga pada siswa kemampuan sedang dan rendah, hal ini dikarenakan dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing siswa tertolong untuk menjadi lebih kreatif, lebih berpikiran positif dan lebih mandiri.

3.3. Aktivitas Guru dan Siswa

Berdasarkan hasil observasi ditemukan bahwa peranan guru mulai berkurang dalam pembelajaran. Guru berfungsi sebagai fasilitator, mengarahkan dan memotivasi siswa dalam belajar. Peranan guru seperti ini dapat meningkatkan motivasi dan antusias siswa dalam belajar. Hal ini tampak dari aktivitas dan interaksi siswa dengan guru yang berkembang lebih baik dari pembelajaran sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa jika kepada siswa diberikan kesempatan untuk lebih aktif dalam belajar maka siswa mempunyai kesempatan untuk mengembangkan pengetahuannya.

Sementara itu aktivitas siswa selama pembelajaran adalah mengikuti langkah-langkah aturan yang digunakan dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing, selama pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat dilihat bahwa siswa lebih terlihat aktif dan kreatif serta memiliki semangat yang tinggi dalam memecahkan soal-soal yang diberikan. Aktivitas siswa dalam memahami materi dilakukan dengan diskusi sesama teman kelompok dan bertanya dengan teman atau kepada guru. Pada awal pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing, siswa terlihat kebingungan. Hal ini dikarenakan mereka belum terbiasa dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Berdasarkan hasil observasi pengamatan dan analisis yang dilakukan terhadap kegiatan siswa selama pembelajaran berlangsung, menunjukkan adanya peningkatan rata-rata aktivitas siswa dari pertemuan ke-1 sampai pertemuan ke-7. Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa siswa mulai berani mengeluarkan pendapat baik bertanya, menjawab, maupun menanggapi pendapat orang lain. Meskipun masih terdapat beberapa siswa yang tidak aktif, namun jumlahnya hanya sebagian kecil

saja. Berdasarkan pengamatan, aktivitas siswa dalam diskusi pada model pembelajaran inkuiri terbimbing telah menciptakan kondisi dimana siswa belajar secara aktif.

Menurut Ruseffendi (1991), ada beberapa persyaratan agar siswa mau terlibat aktif dalam pembelajaran, diantaranya pembelajarannya supaya: (1) *Menarik*, misalnya melibatkan kegiatan inkuiri. (2) *Dapat diikuti*, misalnya dengan memperhatikan bagaimana pengetahuan itu dikonstruksi oleh siswa. (3) *Diberi kesempatan*, misalnya siswa diberi kesempatan mengemukakan pendapat, bertanya, mengomentari pendapat teman, dan berdiskusi dengan teman-teman. (4) *Tempat dan fasilitas lainnya yang menunjang*, misalnya dengan menyediakan lembar kerja siswa untuk melakukan diskusi kelompok dan kelas. Keempat persyaratan tersebut tidak dijamin terpenuhi dalam pembelajaran konvensional, tetapi pembelajaran berdasarkan model pembelajaran inkuiri terbimbing diarahkan ke empat persyaratan tersebut. Sehingga tidaklah mengherankan jika siswa yang pembelajarannya berdasarkan model pembelajaran inkuiri terbimbing aktifitasnya jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan pembelajaran secara konvensional.

Adapun temuan lain dari hasil observasi adalah adanya perubahan perilaku siswa yang tidak relevan dengan KBM. Dari hasil observasi memperlihatkan penurunan kualitas sepanjang pembelajaran, ini berarti sikap siswa semakin membaik atau positif terhadap kegiatan belajar mengajar. Sikap positif yang muncul dari dalam diri siswa diharapkan dapat memotivasi siswa untuk lebih semangat dan antusias dalam mengikuti pembelajaran. Adanya perubahan positif siswa dapat dilihat dari kesungguhan dan kesiapan siswa dalam menerima pelajaran yaitu, sebelum peneliti masuk ke ruangan kelas, mereka sudah siap dalam posisi kelompoknya masing-masing dan mereka juga mendiskusikan tugas tugas pekerjaan rumah yang diberikan pada pertemuan sebelumnya.

3.4. Deskripsi Tanggapan Guru terhadap model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Tanggapan atau pendapat guru mengenai model pembelajaran inkuiri terbimbing diperoleh melalui daftar isian yang telah disediakan. Daftar isian ini diberikan kepada guru matematika yang menjadi pengamat dalam pembelajaran. Berikut ini beberapa tanggapan dari guru tersebut:

- a. Guru mengatakan sudah pernah mengenal model pembelajaran inkuiri terbimbing, tetapi belum pernah menerapkannya dalam pembelajaran di sekolah. Namun untuk kegiatan diskusi dalam kelompok sesekali pernah dilakukan tetapi tidak dalam tahapan seperti pembelajaran dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing. Guru juga tertarik untuk mengetahui dan menerapkan model pembelajaran inkuiri terbimbing dalam pembelajaran matematika selanjutnya.
- b. Model pembelajaran inkuiri terbimbing mempunyai kelebihan: siswa memiliki kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam menyelidiki ide-ide, berani mengemukakan pendapat mereka dan menanggapi pendapat dari siswa lainnya, pengetahuan yang diperoleh lebih bertahan lama, siswa menjadi terampil dalam mengkonstruksi pengetahuan yang mereka miliki, dan dengan diskusi memberikan kesempatan kepada anak untuk saling berbagi. Sedangkan kekurangan dari pembelajaran ini: sulit dilaksanakan jika dibatasi oleh target pencapaian dan sedikitnya waktu yang tersedia, kurang berhasil jika persiapan anak tidak memadai, dan memerlukan persiapan yang matang dari guru untuk menyiapkan LKS dan alat peraga
- c. Secara umum guru memberikan respon yang positif terhadap model pembelajaran inkuiri terbimbing. Pembelajaran ini melatih anak mengerjakan soal-soal yang menantang, bekerjasama, berbagi dan mandiri dalam belajar.
- d. Soal-soal analogi sangat membantu dan melatih kemampuan penalaran siswa dalam proses belajar matematika terutama untuk melihat kesamaan dari dua hal yang berlainan serta membantu siswa dalam pengambilan kesimpulan. Selama ini soal-soal analogi dan generalisasi matematis jarang diberikan dan soal-soal seperti ini kemungkinan menyulitkan bagi anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah. (2000). *Suatu Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Analogi Matematika*. Tesis UPI: Tidak diterbitkan.
- Gulo. (2002). *Strategi Belajar-Mengajar*. Grasindo: Jakarta.
- Herdian. (2010). *Pengaruh Metode Discovery terhadap Kemampuan Analogi dan Generalisasi Matematis Siswa SMP*. Tesis UPI: Tidak diterbitkan.
- Hutabarat, D. (2009). *Studi Perbandingan Kemampuan Penalaran dan Representasi Matematis pada Kelompok Siswa yang Belajar Inkuiri dan Biasa*. Tesis UPI: Tidak diterbitkan.
- Mundiri. (2010). *Logika*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Ruseffendi, H. E. T. (1991). *Pengantar kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dalam Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- Shadiq, F. (2004). *Pemecahan Masalah, Penalaran dan Komunikasi*. Diklat Pengembang Matematika SMA Jenjang Dasar. PPPG Matematika.
- Sumarmo, U. (1987). *Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa Dikaitkan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Beberapa Unsur Proses Belajar Mengajar*. Disertasi UPI: Tidak diterbitkan.
- Trianto. (2007). *Model – Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta : Prestasi Pustaka.
- Turmudi. (2008). *Landasan Filsafat dan Teori Pembelajaran Matematika*. Leuser Cita. Pustaka
- Wahyudin. (2008). *Pembelajaran dan Model-model Pembelajaran*. Bandung: UPI.

