

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN AJAR KALKULUS DIFERENSIAL
BERBASIS PENDEKATAN *OPEN ENDED* TERHADAP KEMAMPUAN
REPRESENTASI MATEMATIS MAHASISWA**

**THE EFFECT OF USING DIFFERENTIAL CALCULUS TEXTBOOK BASED
ON OPEN ENDED APPROACH TOWARDS STUDENTS'
MATHEMATICAL REPRESENTATION ABILITY**

Eka Kasah Gordah dan Syarifah Fadillah
Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP PGRI Pontianak
e-mail: ekakasah@gmail.com dan atick_fdl@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal: 11/09/2014; Dikembalikan untuk revisi tanggal: 13/09/2014; Disetujui tanggal: 20/08/2014

Abstract: *The aim of this research was to investigate the improvement of student's ability on mathematical representation by using teaching materials based on open ended approach in differential calculus subject. This research was conducted at STKIP PGRI Pontianak in the even semester of 2012/2013 academic year. This research used cluster random sampling by choosing one of the four classes at the mathematics education department in the academic year of 2012/2013. The experimental method with the one group pretest-posttest design was applied in this research. The result of this research showed that: 1) there was an improvement on student's ability on mathematical representation by using differential calculus teaching material based on open ended approach with moderate of quality of improvement level, 2) there was a difference on student's ability on mathematical representation when it was viewed from the level of student's prior knowledge, and 3) there was no difference on student's ability on mathematical representation when it was viewed from their gender.*

Keyword: *open ended approach, ability on mathematical representation, differential calculus*

Abstrak: *Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar berbasis pendekatan open ended pada mata kuliah kalkulus diferensial. Penelitian dilaksanakan di STKIP PGRI Pontianak pada semester genap tahun akademik 2012/2013. Pengambilan sampel penelitian menggunakan teknik cluster sampling dengan memilih satu kelas dari empat kelas yang ada pada program studi pendidikan matematika angkatan 2012/2013. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian the one group pretest-posttest design. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan open ended dengan kualitas peningkatan tergolong sedang, 2) terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa jika ditinjau dari tingkat kemampuan awal mahasiswa, dan 3) tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa jika ditinjau dari gender.*

Kata kunci: *pendekatan open ended, kemampuan representasi matematis, kalkulus diferensial*

Pendahuluan

Kemampuan representasi merupakan salah satu komponen proses standar dalam *Principles and Standards for School Mathematics* (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) kemampuan pemecahan masalah, penalaran, komunikasi, dan

koneksi. Beberapa bentuk representasi matematis, seperti verbal, gambar, numerik, simbol aljabar, tabel, diagram, dan grafik merupakan bagian yang tak dapat dipisahkan dari pelajaran Matematika. Namun, pada umumnya dalam pembelajaran Matematika, representasi mate-

matematis dipelajari atau diajarkan hanya sebagai pelengkap dalam menyelesaikan masalah Matematika. Seharusnya sebagai komponen pembelajaran yang esensial, kemampuan representasi matematis perlu senantiasa dilatih dalam proses pembelajaran matematika. Hal inilah yang menyebabkan kemampuan representasi siswa dan mahasiswa terbatas.

Kemampuan representasi matematis siswa sangat terbatas, sehingga ketika siswa memecahkan masalah, cara penyelesaian yang digunakannya cenderung melihat keterkaitan unsur-unsur penting dalam masalah tersebut, yang didominasi representasi simbolik, tanpa memperhatikan representasi bentuk lain (*National Council of Teachers Mathematics, NCTM 2000*). Beberapa penelitian juga mengungkapkan adanya kelemahan kemampuan representasi matematis mahasiswa. Kesulitan yang dijumpai, antara lain: kesukaran mahasiswa dalam menjembatani representasi-representasi dan secara fleksibel berpindah dari satu representasi ke representasi lainnya (Yerushalmy, 1997). Ferrini dan Graham (1991) mengatakan bahwa dalam belajar Kalkulus, mahasiswa seringkali merasa puas dengan hasil yang berbeda dengan representasi yang berbeda, dan tidak selalu menyadari bahwa hasilnya ini tidak konsisten, bahkan saling berkontradiksi.

Kesulitan ini juga ditemui selama menjadi pengajar mata kuliah kalkulus diferensial di STKIP PGRI Pontianak. Sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menggunakan berbagai bentuk representasi matematis untuk menjelaskan ide-ide matematis dan memecahkan masalah matematis. Mereka juga masih kesulitan dalam melakukan translasi antar bentuk representasi matematis. Kondisi ini perlu diatasi, mengingat mahasiswa STKIP adalah calon guru Matematika yang seharusnya dapat mengembangkan kemampuan representasi pada anak didiknya.

Pemilihan pendekatan pembelajaran yang tepat akan menunjang pengembangan kemampuan representasi tersebut. Salah satu alternatif pendekatan pembelajaran Matematika yang dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa adalah pendekatan *open ended*. Pendekatan *open ended* merupakan pendekatan

pembelajaran yang menggunakan masalah terbuka yang dapat dijawab dengan banyak cara/metode penyelesaian atau jawaban benar yang beragam. Dengan keberagaman cara penyelesaian dan jawaban tersebut maka mahasiswa mendapat banyak pengalaman dalam menafsirkan masalah dan membangkitkan gagasan-gagasan yang berbeda dalam menyelesaikan suatu masalah (Silver, 1997). Hal ini membuka kemungkinan mahasiswa menggunakan berbagai representasi untuk mencari solusi dari masalah yang dihadapinya dan dapat membantu mahasiswa melakukan pemecahan masalah secara kreatif. Dengan demikian, melalui pembelajaran dengan pendekatan *open ended* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa.

Untuk melaksanakan perkuliahan dengan menggunakan pendekatan *open ended*, diperlukan suatu bahan ajar yang berorientasi pada pendekatan tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan mengembangkan bahan ajar yang berorientasi pada pendekatan *open ended* untuk mata kuliah kalkulus diferensial. Bahan ajar ini juga mempertimbangkan kemampuan yang akan dikembangkan, yaitu kemampuan representasi matematis mahasiswa.

Berdasarkan uraian di atas, masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: 1) Apakah terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*?; 2) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari *gender* (laki-laki, perempuan) melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*?; 3) Apakah terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal (atas, menengah, dan bawah) melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*?

Tujuan penelitian ini secara umum dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menge-

tahui: 1) Peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*; 2) Perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari *gender* (laki-laki, perempuan) melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*; 3) Perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal (atas, menengah, dan bawah) melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*.

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, hipotesis dalam penelitian ini adalah: 1) Peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus Diferensial berbasis pendekatan *open ended* tergolong sedang; 2) Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari *gender* (laki-laki, perempuan) melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus Diferensial berbasis pendekatan *open ended*; 3) Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal (atas, menengah dan bawah) melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus Diferensial berbasis pendekatan *open ended*.

Kajian Literatur

Pendekatan *Open Ended* dalam Pembelajaran Matematika

Pendekatan *open ended* dikembangkan di Jepang sejak tahun 1970-an. Menurut Shimada (1997) pendekatan *open ended* berawal dari pandangan bagaimana mengevaluasi kemampuan peserta didik secara objektif dalam berpikir matematis tingkat tinggi. Sementara itu, Nohda (1999) mengatakan tujuan pembelajaran dengan pendekatan *open ended* adalah untuk membantu mengembangkan aktivitas yang kreatif dari peserta didik dan kemampuan berpikir matematis mereka dalam memecahkan masalah. Selain itu, dengan pendekatan ini diharapkan masing-masing peserta didik memiliki kebebasan dalam

memecahkan masalah menurut kemampuan dan minatnya, peserta didik dengan kemampuan yang lebih tinggi dapat melakukan berbagai aktivitas Matematika, dan peserta didik dengan kemampuan yang lebih rendah masih dapat menyenangi aktivitas matematika menurut kemampuan mereka sendiri.

Menurut Shimada (1997), pendekatan *open ended* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang dimulai dari mengenalkan atau menghadapkan peserta didik pada masalah terbuka. Pembelajaran dilanjutkan dengan menggunakan banyak jawaban yang benar dari masalah yang ada, sehingga memberikan pengalaman kepada peserta didik dalam menemukan sesuatu yang baru di dalam proses pembelajaran. Melalui kegiatan ini diharapkan pula peserta didik dapat menjawab permasalahan dengan banyak cara, sehingga mengundang potensi intelektual dan pengalaman peserta didik dalam proses menemukan sesuatu yang baru.

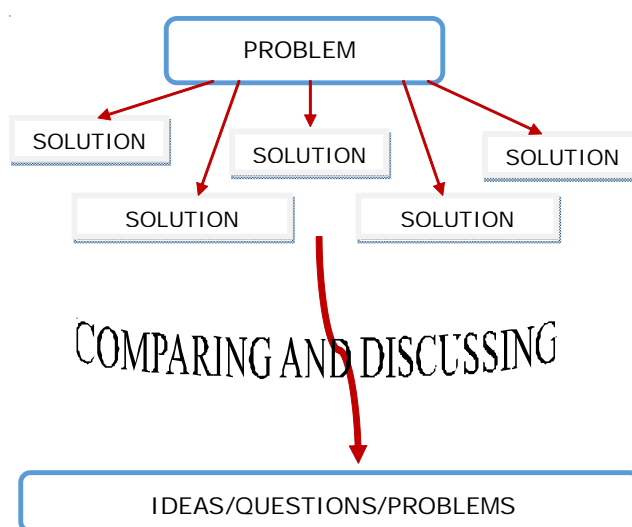
Sawada (1997) mengatakan bahwa dalam pendekatan *open ended*, guru memberikan suatu situasi masalah pada peserta didik yang solusi atau jawaban masalah tersebut dapat diperoleh dengan berbagai cara. Guru atau pengajar kemudian menggunakan perbedaan-perbedaan pendekatan atau cara yang digunakan peserta didik untuk memberikan pengalaman kepada peserta didik dalam menemukan atau menyelidiki sesuatu yang baru dengan menggabungkannya pada pengetahuan, keterampilan, dan metode-metode/cara-cara Matematika yang telah dipelajari peserta didik sebelumnya.

Ide dari pendekatan *open ended* digambarkan sebagai suatu pendekatan pengajaran di mana aktivitas interaksi antara Matematika dan peserta didik terbuka dalam berbagai macam pendekatan pemecahan masalah (Nohda, 1999). Makna aktivitas interaksi antara ide-ide matematis dan peserta didik disebut terbuka dalam memecahkan masalah dapat dijelaskan dari tiga aspek: (a) aktivitas peserta didik dikembangkan melalui pendekatan terbuka, (b) suatu masalah yang digunakan dalam pendekatan *open ended* melibatkan ide-ide matematis, dan (c) pendekatan *open ended* harus selaras dengan aktivitas interaksi antara (a) dan (b).

Langkah-Langkah Pembelajaran dengan Pendekatan *Open Ended*

Apabila dosen telah menyusun suatu masalah *open ended* dengan baik, langkah selanjutnya adalah mengembangkan rencana pembelajaran. Pada tahap ini hal-hal yang perlu diperhatikan: 1) Tuliskan respon mahasiswa yang diharapkan; 2) Mahasiswa diharapkan merespon masalah *open ended* yang diberikan dengan berbagai cara. Dosen perlu menuliskan daftar antisipasi respon mahasiswa terhadap masalah. Hal ini diperlukan mengingat kemampuan mahasiswa dalam mengekspresikan ide mereka terbatas; 3) Tujuan yang harus dicapai dari masalah yang diberikan harus jelas. Dosen harus benar-benar memahami peran masalah dalam keseluruhan rencana pembelajaran. Apakah masalah yang akan diberikan kepada mahasiswa diperlakukan sebagai pengenalan konsep baru atau sebagai rangkuman dari kegiatan belajar mahasiswa. Berdasarkan beberapa hasil penelitian masalah *open ended* efektif digunakan untuk pengenalan konsep baru atau dalam merangkum kegiatan belajar; 4) Lengkapi dengan prinsip *problem posing* sehingga mahasiswa dapat memahami maksud dari masalah tersebut dengan mudah atau dapat memahami apa yang diharapkan dari mereka. Masalah yang disajikan harus memuat informasi yang lengkap, sehingga mahasiswa dapat memahaminya dengan mudah dan dapat

menemukan pemecahannya. Mahasiswa dapat mengalami kesulitan memahami masalah dan memecahkannya apabila penjelasan masalah terlalu ringkas. Hal ini dapat saja terjadi karena dosen bermaksud memberi kebebasan yang cukup kepada mahasiswa untuk memilih cara dan pendekatan pemecahan masalah atau karena mahasiswa hanya memiliki sedikit pengalaman belajar, atau bahkan sama sekali tidak memilikinya akibat terbiasa mengikuti petunjuk pada buku teks; 5) Sajikan masalah semenarik mungkin. Mengingat pemecahan masalah *open-ended* memerlukan waktu untuk berpikir, maka konteks permasalahan yang disampaikan harus dikenal baik oleh mahasiswa dan harus menarik perhatian serta membangkitkan semangat bagi mahasiswa untuk menyelesaikannya; 6) Berikan waktu yang cukup kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi masalah. Dosen harus memperhitungkan waktu yang dibutuhkan mahasiswa untuk memahami masalah, mendiskusikan kemungkinan pemecahannya, dan merangkum apa yang telah dipelajari. Berdiskusi antara mahasiswa dengan mahasiswa dan antara mahasiswa dengan dosen merupakan interaksi yang sangat penting dalam pembelajaran dengan pendekatan *open ended*. Secara umum, Takahashi (2005) menggambarkan proses pembelajaran dengan problem pendekatan *open ended* seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pembelajaran dengan Pendekatan *Open Ended*

Berdasarkan uraian tentang pembelajaran dengan pendekatan *open ended*, maka garis besar langkah pembelajarannya meliputi kegiatan awal, kegiatan inti, dan kegiatan akhir. Kegiatan inti mencakup memberikan masalah, merekam respon yang diharapkan dari mahasiswa, pembahasan respon mahasiswa, dan meringkas atas apa yang telah dipelajari.

Representasi Matematis

Terdapat beberapa definisi yang dikemukakan para ahli berkenaan tentang representasi. Jones dan Knuth (1991) mengemukakan representasi adalah model atau bentuk pengganti dari suatu situasi masalah atau aspek dari suatu situasi masalah yang digunakan untuk menemukan solusi. Dalam psikologi umum, representasi berarti proses membuat model konkret dalam dunia nyata ke dalam konsep abstrak atau simbol. Dalam psikologi matematika, representasi bermakna deskripsi hubungan antara objek dengan simbol (Hwang, Chen, Dung, dan Yang, 2007).

Representasi yang dimunculkan oleh peserta didik merupakan ungkapan-ungkapan dari gagasan-gagasan atau ide-ide matematis yang ditampilkan peserta didik dalam upayanya untuk mencari suatu solusi dari masalah yang sedang dihadapinya (NCTM, 2000). Cai, Lane, dan Jacobcsin (1996) memandang representasi sebagai alat yang digunakan seseorang untuk mengomunikasikan jawaban atau gagasan matematis yang bersangkutan.

Makna yang agak berbeda dikemukakan oleh Pape dan Tchoshanov (dalam Luitel, 2001) yang menyatakan bahwa terdapat empat gagasan yang digunakan dalam memahami konsep representasi. Pertama, representasi dapat dipandang sebagai abstraksi internal dari ide-ide matematis atau skemata kognitif yang dibangun oleh peserta didik melalui pengalaman; kedua, sebagai reproduksi mental dari keadaan mental yang sebelumnya; ketiga, sebagai sajian secara struktur melalui gambar, simbol ataupun lambang; dan keempat, sebagai pengetahuan tentang sesuatu yang mewakili sesuatu yang lain.

Dari beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa representasi adalah ungkapan-ungkapan dari ide matematis yang

ditampilkan peserta didik sebagai model atau bentuk pengganti dari suatu situasi masalah yang digunakan untuk menemukan solusi dari masalah yang sedang dihadapinya sebagai hasil dari interpretasi pikirannya. Suatu masalah dapat direpresentasikan melalui gambar, kata-kata (verbal), tabel, benda konkrit, atau simbol Matematika.

Vergnaud (dalam Goldin, 2002) menyatakan representasi merupakan unsur yang penting dalam teori belajar mengajar Matematika, tidak hanya karena pemakaian sistem simbol yang juga penting dalam Matematika dan kaya akan kalimat dan kata, beragam dan universal, melainkan juga karena Matematika mempunyai peranan penting dalam mengonseptualisasi dunia nyata.

Hiebert dan Carpenter (dalam Hudojo, 2002) mengemukakan bahwa pada dasarnya representasi dapat dinyatakan sebagai representasi internal dan representasi eksternal. Berpikir tentang ide matematis yang kemudian dikomunikasikan memerlukan representasi eksternal yang wujudnya antara lain: verbal, gambar, dan benda konkrit. Berpikir tentang ide matematis yang memungkinkan pikiran seseorang bekerja atas dasar ide tersebut merupakan representasi internal. Sejalan dengan pendapat tersebut, Goldin (2002) mengatakan bahwa representasi eksternal adalah hasil perwujudan untuk menggambarkan apa-apa yang dikerjakan seseorang secara internal atau dalam representasi internalnya.

Cai, dkk. (1996) menyatakan bahwa ragam representasi yang sering digunakan dalam mengomunikasikan Matematika antara lain berupa: 1) sajian visual seperti tabel, gambar, grafik; 2) pernyataan Matematika atau notasi Matematika; 3) teks tertulis yang ditulis dengan bahasa sendiri baik formal maupun informal, ataupun kombinasi semuanya. Sementara Steffe, dkk. (dalam Hudojo, 2002) menggolongkan representasi menjadi: verbal, gambar, benda konkrit, tabel, model-model manipulatif atau kombinasi dari semuanya. Shield dan Galbraith (dalam Neria dan Amit, 2004) menyatakan bahwa peserta didik dapat mengomunikasikan penjelasan-penjelasan mereka tentang strategi matematis atau solusi dalam bermacam cara, yaitu

secara simbolis (numerik dan/atau simbol aljabar), secara verbal, dalam diagram, grafik, atau dengan tabel data.

Lesh, dkk. (dalam Hwang, dkk., 2007) membagi representasi yang digunakan dalam pendidikan Matematika menjadi lima jenis, yaitu representasi objek dunia nyata, representasi konkret, representasi simbol aritmetika, representasi bahasa lisan atau verbal, dan representasi gambar atau grafik. Di antara kelima representasi tersebut, tiga yang terakhir lebih abstrak dan merupakan tingkat representasi yang lebih tinggi dalam memecahkan masalah matematis. Kemampuan representasi bahasa atau verbal adalah kemampuan menerjemahkan sifat-sifat yang diselidiki dan hubungannya dalam masalah matematis ke dalam representasi verbal atau bahasa. Kemampuan representasi gambar atau grafik adalah kemampuan menerjemahkan masalah matematis ke dalam gambar atau grafik. Kemampuan representasi simbol aritmatika adalah kemampuan menerjemahkan masalah matematis ke dalam representasi rumus aritmatika.

Dari beberapa penggolongan representasi tersebut dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa pada dasarnya representasi dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu 1) representasi visual (gambar, diagram, grafik, atau tabel); 2) representasi simbolik (pernyataan matematik/notasi matematik, numerik/symbol aljabar); dan 3) representasi verbal (teks tertulis). Penggunaan semua jenis representasi tersebut dapat dibuat secara lengkap dan terpadu dalam pengujian suatu masalah yang sama atau dengan kata lain representasi matematis dapat dibuat secara beragam.

Model Pengembangan Bahan Ajar

Bahan ajar atau materi pembelajaran (*instructional materials*) secara garis besar terdiri dari pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan (Tim Pustaka Yustisia, 2007). Dalam merancang suatu perkuliahan dengan menggunakan suatu pendekatan tertentu, tentulah diperlukan proses dalam mengembangkan bahan ajar yang berorientasi pada pendekatan tersebut. Dalam

penelitian ini, untuk mengembangkan bahan ajar digunakan model pengembangan bahan ajar dari Thiagarajan, Summel dan Summel (1974).

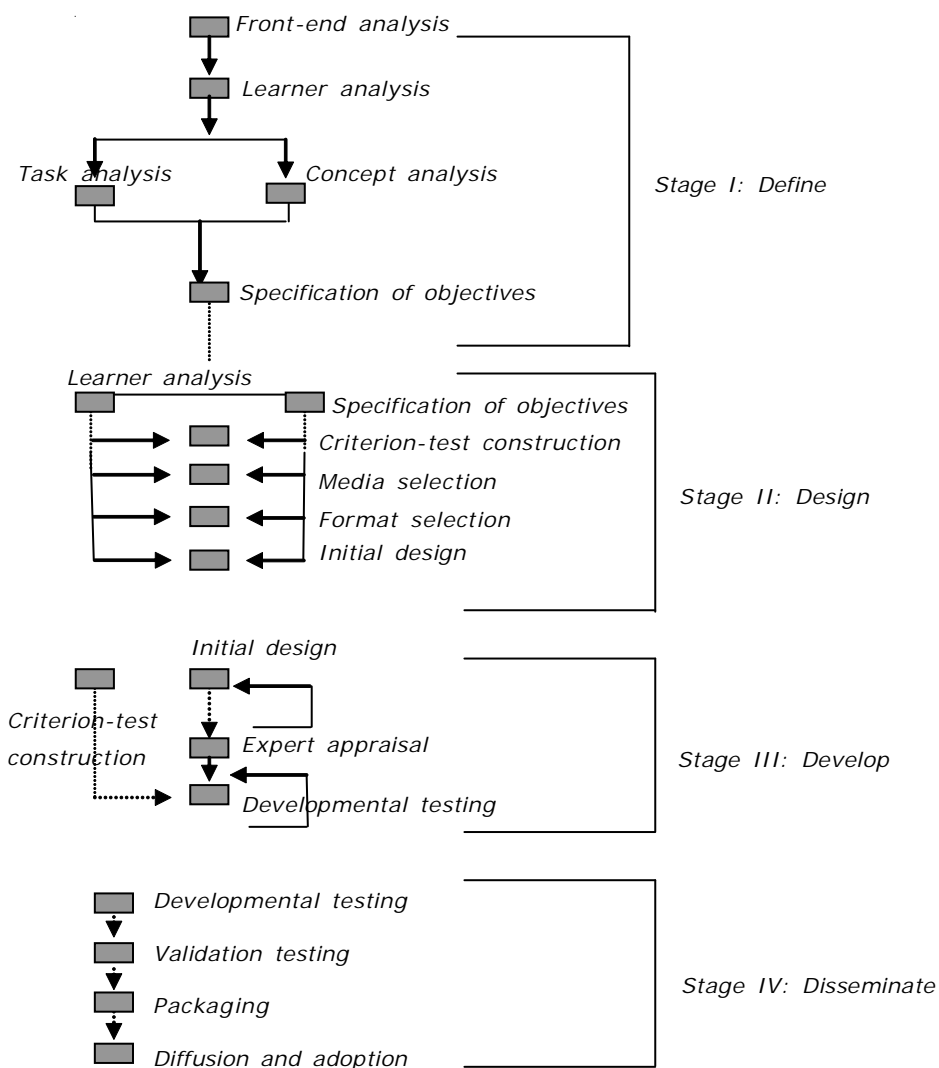
Model Thiagarajan, dkk. (1974) terdiri atas empat tahap, yang dikenal dengan model 4-D (*four D model*). Empat tahap tersebut, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan pendesiminasian (*disseminate*). Tahap pendefinisian, terdiri dari: analisis ujung depan (*front-end analysis*), analisis siswa (*learner analysis*), analisis tugas (*task analysis*), analisis konsep/materi (*concept analysis*), dan perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*). Tahap perancangan, terdiri dari penyusunan tes (*criterion test construction*), pemilihan media (*media selection*), pemilihan format (*format selection*), desain awal (*initial design*). Tahap pengembangan, terdiri dari penilaian para ahli (*expert appraisal*), ujicoba terbatas (*developmental testing*). Tahap pendesiminasian, terdiri dari: *validation testing*, *packaging*, dan *diffusion and adaption*. Model 4-D tersebut dapat dilihat secara jelas pada Gambar 2. Berdasarkan uraian diagram pada Gambar 2 jelas terlihat bahwa model 4-D ini mempunyai prosedur pelaksanaan yang jelas dan sistematis. Hal ini dapat dilihat dari masing-masing tahap pengembangan yang diuraikan dengan jelas kegiatan apa yang harus dilakukan pada setiap tahap pengembangan.

Metode Penelitian

Untuk menjawab masalah penelitian yang telah dirumuskan, metode penelitian digunakan adalah metode eksperimen dengan bentuk penelitian pre-eksperimen (Rusefendi, 2005). Karena itu, penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *the one group pretest-posttest design*.

Penelitian dilakukan di STKIP PGRI Pontianak. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2013 semester genap Tahun Akademik 2012/2013.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa STKIP PGRI Pontianak Program Studi Pendidikan Matematika yang mengambil mata kuliah kalkulus diferensial pada semester genap (dua) Tahun Akademik 2012/2013. Mahasiswa tersebar di empat kelas, yaitu dua kelas pagi (A dan B pagi) dan dua kelas sore (A dan B sore).



Gambar 2 Diagram Model 4-D

Pengambilan sampel penelitian dengan teknik *cluster random sampling*. Dari empat kelas tersebut diambil satu kelas, yaitu kelas B pagi dengan jumlah mahasiswa 48 orang.

Tes kemampuan representasi matematis dibuat dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang kemampuan representasi matematis mahasiswa sebelum perkuliahan (*pretes*) dan setelah mengikuti perkuliahan (*postes*) dengan menggunakan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*. Kedua tes (*pretes* dan *postes*) setara dan berbentuk tes esai.

Penyusunan tes diawali dengan pembuatan kisi-kisi soal yang mencakup materi, kemampuan yang diukur, indikator, serta jumlah butir soal. Kemudian dilanjutkan dengan menyusun soal beserta kunci jawaban dan aturan pemberian

skor untuk masing-masing butir soal. Selanjutnya, sebelum tes digunakan, dilakukan validasi ahli kepada lima orang pakar di bidang pendidikan matematika. Berdasarkan hasil validasi dinyatakan bahwa soal layak untuk digunakan.

Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended* untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa. Selain itu, dikembangkan silabus, satuan acara perkuliahan, dan lembar kerja mahasiswa sebagai perangkat pembelajaran untuk mendukung pelaksanaan perkuliahan dengan menggunakan pendekatan *open ended*. Perangkat pembelajaran ini divalidasi oleh lima pakar di bidang pendidikan matematika. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa perangkat

pembelajaran tersebut layak digunakan dengan beberapa perbaikan, antara lain penggunaan kalimat yang kurang tepat, penambahan contoh dan latihan, serta gambar yang kurang jelas.

Tahap-tahap pengembangan bahan ajar mengacu pada empat tahap pengembangan model yang dikemukakan oleh Thiagarajan, dkk. (1974) yang dikenal dengan model 4-D, yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Namun, untuk keperluan pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini, tahapan hanya dilakukan sampai pada tahap pengembangan, karena ujicoba hanya dilakukan di STKIP PGRI Pontianak, tidak diperluas ke perguruan tinggi lainnya.

Teknik analisis data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) mendeskripsikan data melalui teknik-teknik statistik, yaitu menggunakan tabel sehingga memudahkan diperoleh ukuran-ukuran kecenderungan memusat (rerata, deviasi standar, skor tertinggi, dan terendah); 2) untuk mengetahui kualitas peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa dengan penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*, dianalisis menggunakan rumus gain ternormalisasi dari Hake (1999); 3) untuk memperoleh kedalaman analisis untuk kepentingan generalisasi, digunakan uji statistik peningkatan kemampuan representasi matematis menurut kelompok penelitian, gender (laki-laki, perempuan) dan tingkat kemampuan (atas, menengah dan bawah). Selanjutnya, pengujian data ini menggunakan program SPSS 20.

Analisis peningkatan dilakukan dengan menggunakan rumus *gain* ternormalisasi, yaitu:

$$g = \frac{\text{posttest score} - \text{pretest score}}{\text{maximum possible score} - \text{pretest score}}$$

Hasil perhitungan *gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi dari Hake (2009), dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Gain (g)

Besarnya <i>g</i>	Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

$g = \text{gain}$

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini melibatkan satu kelas yang terdiri atas 48 orang mahasiswa yang memperoleh perkuliahan kalkulus diferensial dengan menggunakan bahan ajar berbasis pendekatan *open ended*. Data yang diperoleh setelah pretes dan postes disajikan pada Tabel 2, yaitu rerata nilai pretes, postes dan gain serta gain skor ternormalisasi kemampuan representasi matematis mahasiswa. Data dikelompokkan berdasarkan kelompok penelitian, *gender* (perempuan, laki-laki) dan tingkat kemampuan awal (atas, menengah dan bawah).

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended* dengan kategori sedang. Begitu juga halnya jika dilihat pada kelompok gender (perempuan, laki-laki) dan tingkat kemampuan awal (atas, menengah, dan bawah) terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa yang tergolong sedang, kecuali pada mahasiswa tingkat kemampuan atas, peningkatan tergolong rendah. Untuk melihat lebih jelas mengenai peningkatan kemampuan representasi matematis tersebut disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat jelas peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa setelah menggunakan bahan ajar berbasis pendekatan *open ended* pada mata kuliah kalkulus diferensial. Peningkatan yang terbaik adalah pada kelompok tingkat kemampuan bawah terlihat dengan rata-rata pretes sebesar 0,00 ketika postes menjadi 36,92.

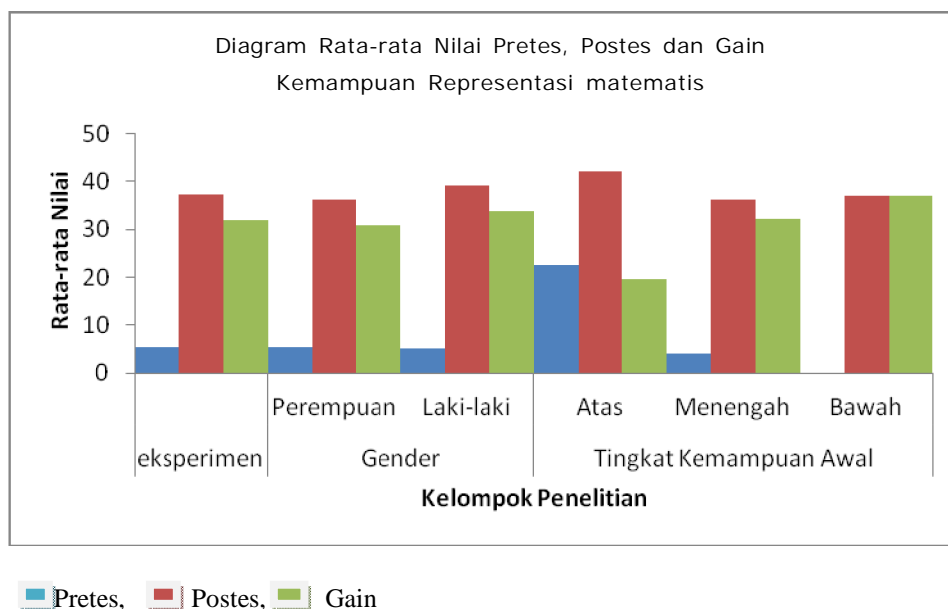
Analisis Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis

Untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa digunakan uji t satu sampel dengan program SPSS 20. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai $t=25,481$

Tabel 2 Rerata Nilai Pretes, Postes, Gain dan Gain Ternormalisasi Kemampuan Representasi Matematis Mahasiswa

Kelompok Penelitian	Nilai Ideal	Pretes	Postes	Gain	Gain skor Ternormalisasi	Kategori Peningkatan	
Ekperimen	100	5,34 (s=7,29)	37,22 (s=7,29)	31,88 (s=8,49)	0,34	Sedang	
Gender	Perempuan	100	5,29 (s=7,08)	36,25 (s=7,86)	30,96 (s=8,38)	0,33	Sedang
	Laki-laki	100	5,19 (s=7,76)	39,04 (s=5,47)	33,85 (s=8,39)	0,36	Sedang
Tingkat Kemampuan Awal	Atas	100	22,56 (s=2,86)	42,05 (s=4,83)	19,49 (s=5,29)	0,25	Rendah
	Menengah	100	4,12 (s=2,81)	36,32 (s=8,27)	32,2 (s=7,72)	0,34	Sedang
	Bawah	100	0 (s=0)	36,92 (s=5,14)	36,92 (s=5,14)	0,37	Sedang

s = standar deviasi



Gambar 3 Diagram Rata-rata Nilai Pretes, Postes dan Gain Kemampuan Representasi Matematis

dengan derajat kebebasan 47, *p-value* 0,00 lebih kecil dari $\alpha=0,05$, sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian, terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*.

Analisis Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Ditinjau dari Gender

Analisis peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari *gender*, yaitu

perempuan dan laki-laki digunakan uji t dua sampel. Dari hasil perhitungan diperoleh $t=1,123$ dengan derajat kebebasan 46 dan *p-value* = 0,133 lebih besar dari $\alpha=0,5$ sehingga H_0 diterima. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa antara mahasiswa laki-laki dan perempuan.

Analisis Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Ditinjau dari Tingkat Kemampuan Awal

Analisis peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal mahasiswa, yaitu tingkat kemampuan atas, menengah dan bawah menggunakan uji statistik *one way anova*. Dari hasil perhitungan diperoleh dengan *p-value* = 0,00 lebih kecil dari sehingga ditolak. Dengan demikian, terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal mahasiswa (atas, menengah, dan bawah) melalui penggunaan bahan ajar Kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*.

Pembahasan Hasil Penelitian

Kondisi awal mahasiswa yang didasarkan pada hasil pretes menunjukkan bahwa rerata kemampuan awal representasi matematis mahasiswa tergolong rendah yaitu rata-rata 5,34 (nilai ideal 100). Kondisi seperti inilah yang menyebabkan dilakukan penelitian melalui pengembangan bahan ajar berbasis pendekatan *open ended* pada mata kuliah kalkulus diferensial.

Berdasarkan perolehan nilai mahasiswa sebelum dan sesudah pembelajaran melalui penggunaan bahan ajar berbasis pendekatan *open ended*, diketahui terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa sebesar 0,34 dengan kategori sedang. Hasil pengujian hipotesis terhadap peningkatan ini adalah signifikan, yang berarti bahwa melalui penggunaan bahan ajar pada mata kuliah kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended* dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa.

Hasil tersebut memberikan gambaran bahwa pembelajaran *open ended* dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa. Hal ini terjadi, karena dalam pembelajaran *open ended* mahasiswa diberikan kesempatan untuk menyelesaikan masalah dengan ragam jawab dan ragam cara/metode, sehingga akan muncul beragam representasi dari masalah.

Masalah terbuka yang diberikan pada mahasiswa, bukan hanya berorientasi untuk mendapatkan jawaban atau hasil akhir tetapi lebih

menekankan pada bagaimana mahasiswa sampai pada suatu jawaban, mahasiswa dapat mengembangkan metode, cara atau yang berbeda untuk menyelesaikan masalah. Hal tersebut memberikan peluang pada mahasiswa untuk melakukan elaborasi yang lebih besar, sehingga dapat mengembangkan pemikiran matematis mahasiswa, serta membantu perkembangan aktivitas yang kreatif dari mahasiswa dalam menggunakan berbagai representasi dalam menyelesaikan masalah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Dewanto (2008) tentang pembelajaran dengan pendekatan Belajar Berbasis-Masalah (BBM) yang menyimpulkan bahwa melalui masalah non rutin, yang di dalamnya juga mencakup masalah *open ended*, dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa pada mata kuliah pemodelan matematika di jurusan matematika FMIPA Universitas Padjajaran. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Fadillah (2010) bahwa melalui pembelajaran dengan pendekatan *open ended* dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa SMP di kota Pontianak.

Secara umum, ditemukan bahwa tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis yang signifikan antara mahasiswa perempuan dan laki-laki setelah menggunakan bahan ajar berbasis pendekatan *open ended* pada mata kuliah kalkulus diferensial. Hal ini terlihat dari kualitas peningkatan antara kemampuan representasi matematis mahasiswa perempuan dan laki-laki, masing-masing tergolong sedang yaitu, 0,33 dan 0,36. Ini menunjukkan bahwa pendekatan *open ended* dapat diterapkan pada mahasiswa laki-laki maupun perempuan dalam upaya meningkatkan kemampuan representasi matematis mereka.

Berbeda dengan hasil uji hipotesis pada peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa jika ditinjau dari gender, jika ditinjau dari tingkat kemampuan awal mahasiswa diperoleh bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa tingkat kemampuan atas, menengah, dan bawah, berbeda secara signifikan. Peningkatan kemampuan representasi matematis ini yang cukup berarti terlihat pada kelompok bawah yaitu dari skor

pretes sebesar 0,00, ketika postes meningkat menjadi 36,92. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *open ended* dapat membantu kelompok bawah dalam meningkatkan prestasinya.

Hal ini sejalan dengan pendapat Nohda (1999) yang mengatakan bahwa melalui pembelajaran dengan pendekatan *open ended* masing-masing siswa memiliki kebebasan dalam memecahkan masalah menurut kemampuan dan minatnya. Siswa dengan kemampuan yang lebih tinggi dapat melakukan berbagai aktivitas matematika, dan siswa dengan kemampuan yang lebih rendah masih dapat menyenangi aktivitas matematika menurut kemampuan mereka sendiri. Hal inilah yang menyebabkan mahasiswa dengan kemampuan bawah dapat belajar dengan baik sehingga terjadi peningkatan yang lebih baik dari kelompok tinggi dan menengah.

Kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended*, belum memberikan kontribusi yang memuaskan. Hal ini dapat dilihat dari jawaban mahasiswa terhadap soal kemampuan representasi matematis yang diberikan. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa kemampuan representasi matematis mahasiswa pada aspek translasi representasi visual (grafik) ke representasi simbolik masih tergolong kurang. Hal ini terjadi karena mahasiswa masih belum dapat membaca grafik dengan baik untuk kemudian menggunakannya dalam menyelesaikan masalah secara simbolik. Sebaliknya, kemampuan representasi matematis mahasiswa pada aspek translasi representasi simbolik ke representasi visual (grafik) sudah mencapai hasil yang memuaskan, dilihat dari hasil tes, kemampuan ini tergolong sangat baik.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Dari hasil analisis data diperoleh hasil sebagai berikut: 1) peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa melalui penggunaan bahan

ajar kalkulus diferensial berbasis pendekatan *open ended* tergolong sedang; 2) tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari *gender* (laki-laki dan perempuan); 3) terdapat perbedaan peningkatan kemampuan representasi matematis mahasiswa ditinjau dari tingkat kemampuan awal mahasiswa (atas, menengah, dan bawah).

Dari hasil pengamatan terhadap jawaban mahasiswa pada soal tes kemampuan representasi matematis mahasiswa terdapat kelelahan dalam menjawab masalah dari translasi representasi visual (grafik) ke representasi simbolik. Namun, kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah translasi representasi simbolik ke representasi visual (grafik) sangat baik.

Saran

Berdasarkan simpulan di atas, dapat diberikan saran-saran kepada dosen dan calon guru Matematika (mahasiswa) sebagai berikut: Pertama, dosen dapat menggunakan bahan ajar yang berbasis pendekatan *open ended* ini sebagai salah satu alternatif bahan ajar dalam melaksanakan perkuliahan di program studi pendidikan Matematika, terutama untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis mahasiswa; Kedua, kemampuan representasi matematis mahasiswa akan berkembang dengan baik, jika masalah Matematika dapat dieksplorasi oleh mahasiswa. Oleh karena itu, dosen perlu mengembangkan masalah Matematika yang terbuka, kontekstual, rutin dan nonrutin sehingga dapat meningkatkan berfikir tingkat tinggi mahasiswa seperti kemampuan representasi matematis. Ketiga, model masalah-masalah terbuka dengan pendekatan *open ended* yang diberikan pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai model belajar Matematika secara mandiri guna meningkatkan kemampuan representasi matematis serta kemampuan matematis lainnya yang merupakan suatu proses dalam perkuliahan Matematika.

Pustaka Acuan

- Dewanto, S. 2008. Meningkatkan Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa melalui *Problem-based Learning*. Disertasi pada SPS UPI. Tidak Diterbitkan.
- Cai, J., Lane, S., dan Jacobcsin, M.S. 1996. The Role of Open Ended Task and Holistic Scoring Rubrics: Assesing Students' Mathematical Reasoning and Communication. Dalam Elliot, P.C. dan Kenney, M.J. (Eds.) *Yearbook Communication in Mathematics K-12 and Beyond*. Reston, VA: NCTM.
- Fadillah, S. 2010. *Meningkatkan Kemampuan Representasi Multipel Matematis. Pemecahan Masalah Matematis, dan Self Esteem Siswa SMP Melalui Pembelajaran dengan Pendekatan Open Ended*. Disertasi. Bandung: PPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ferrini, M. J. dan Graham, K. G. 1991. An Overview of the Calculus Curriculum Reform Effort: Issues for Learning, Teaching, and Curriculum Development. *The American Mathematical Monthly*, 98(7), 627-635.
- Goldin, G. A. 2002. Representation in Mathematical Learning and Problem Solving. Dalam English, L.D. (Ed.). *Handbook of International Research in Mathematics Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hake, R. R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores, AREA-D-American Educational Reseach Association's Devision D, Measurement and Reseach Methodology*. <http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&p=R6855>. diakses tanggal 22 Oktober 2008.
- Hudojo, H. 2002. Representasi Belajar Berbasis Masalah. *Prosiding Konferensi Nasional Matematika XI*, Edisi khusus.
- Hwang, W.Y., Chen, N.S., Dung, J.J., dan Yang, Y.L. 2007. Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving using a Multimedia Whiteboard System. *Educational Technology & Society*, X (2), 191-212.
- Jones, B.F. dan Knuth, R.A. 1991. *What Does Research Say About Mathematics?* http://www.ncrl.org/sdrs/areas/stw_esys/2math.html. diakses tanggal 12 Februari 2008.
- Luitel, B.C. 2001. *Multiple Representations of Mathematical Learning*. <http://www.matedu.cinvestav.mx/adalira.pdf>. diakses tanggal 18 Desember 2007.
- National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Drive, Reston, VA: The NCTM.
- Neria, D. dan Amit, M. 2004. Students Preference Of Non-Algebraic Representations In Mathematical Communication. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. III, 409 – 416.
- Nohda, N. 1999. *A Study Of "Open-Approach" Method In School Mathematics Teaching - Focusing On Mathematical Problem Solving Activities*. <http://www.nku.edu/~sheffield/nohda.html>. diakses tanggal 31 Maret 2008.
- Ruseffendi, E.T. 2005. *Dasar-dasar Penelitian Pendidikan dan Bidang Non Eksakta Lainnya*. Bandung: PT Arsitto.
- Sawada, T. 1997. Developing Lesson Plans. Dalam Shimada, S. dan Becker, J.P. (Eds.). *The Open Ended Approach. A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- Silver, E. A. 1997. *Fostering Creativity through Instruction Rich in Mathematical Problem Solving and Problem Posing*. <http://www.fizkarlsruhe.de/fiz/publications/zdm/2dm97343.pdf>. Diakses tanggal 19 Mei 2008.
- Shimada, S. 1997. The Significance of an Open Ended Approach. In Shimada, S. dan Becker, J.P. (Eds.). *The Open Ended Approach. A New Proposal for Teaching Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Takahashi, A. 2005. *Characteristics of Japanese Mathematics Lessons*. http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/sympo_2006/takahashi.pdf. diakses tanggal 31 Maret 2008.
- Thiagarajan, S., Summel, D.S., dan Summel, M. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Source Book*. Bloomington: Center of Innovation on Teaching the Handicapped. Minneapolis: Indian University.
- Tim Pustaka Yustisia. 2007. *Panduan Lengkap KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) SD, SMP, dan SMA. Seri Perundangan. Cetakan Pertama*. Yogyakarta: Pustaka Yustisia.
- Yerushalmy, M. 1997. Designing Representations: Reasoning about Functions of Two Variables. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (4), 431-466.