
Peranan Kemampuan Akademik Awal, *Self-Efficacy*, dan Variabel Nonkognitif Lain Terhadap Pencapaian Kemampuan Representasi Multipel Matematis Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah

Stanley P. Dewanto
Universitas Padjadjaran, Indonesia

ABSTRACT

This study investigates the relationship between students' self-efficacy (SE) and other non-cognitive variables and students' mathematical multiple representation ability (MMRA) through Problem-Based Learning (PBL) setting. It is found that students in PBL class have better SE than the students in conventional class, as well as in their level of MMRA. Other variables that influence their MMRA are prior knowledge ability, gender and economic status.

Keywords: self-efficacy, multiple representation, problem based learning

Pada abad ke-20 terjadi perubahan paradigma pandangan dalam dunia sains, matematika dan pendidikan, yang mempengaruhi pola berpikir atau belajar matematika. Belajar dan berpikir matematika di perguruan tinggi telah menjadi perhatian *Committee on the Undergraduate Program in Mathematics* atau CUPM (2004), yang mengajukan beberapa rekomendasi antara lain bahwa pembelajaran matematika di kelas hendaknya: (a) melibatkan aktivitas yang mendukung semua mahasiswa, (b) mempresentasikan ide-ide kunci dan konsep dari berbagai perspektif seperti menyajikan berbagai range dari contoh dan aplikasi untuk memotivasi dan mengilustrasi materi, (d) mempromosikan koneksi matematika ke disiplin ilmu lain, (e) mengembangkan kemampuan setiap mahasiswa untuk menerapkan materi matematika ke disiplin tersebut, (f) memperkenalkan topik yang terkini dari matematika dan aplikasinya, dan (g) meningkatkan persepsi mahasiswa tentang peran vital dan pentingnya matematika dalam dunia dewasa ini.

Pencapaian kemampuan berpikir atau belajar matematika yang dinamis seperti penalaran, komunikasi, koneksi, pemodelan, dan pemecahan masalah matematika, memerlukan suatu wahana komunikasi dalam bentuk verbal

atau tulisan. Wahana komunikasi tersebut dapat berbentuk representasi tunggal atau multipel yang disusun dalam bahasa matematika yang mengungkapkan atau mengkomunikasikan ide-ide seseorang kepada orang lain atau dirinya sendiri secara verbal atau tulisan, melalui grafik, tabel, gambar, persamaan, atau bentuk lainnya. Namun dalam pelaksanaan pembelajaran matematika di perguruan tinggi, banyak terdapat kendala yang dialami mahasiswa antara lain kesukaran mahasiswa dalam menjembatani satu representasi dengan representasi lainnya atau berpindah dari satu representasi ke representasi lainnya (Yerushalmy, 1997). Demikian pula Sfard (1992), Greer dan Harel (1998), Hong, Thomas, dan Kwon (2000) serta Greeno dan Hall (dalam Zachariades, Christou, dan Papageorgiou, 2002) mengemukakan bahwa pencapaian kemampuan representasi mahasiswa mengalami kendala, manakala ia tidak memahami benang merah antar konsep, ide atau materi yang akan direpresentasikan. Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan pemahaman konsep dan relasi antar konsep matematika merupakan syarat perlu untuk tercapainya kemampuan multipel representasi matematis. Pertanyaan yang muncul adalah jenis pendekatan pembelajaran seperti apa yang

membantu mahasiswa agar mampu memahami konsep dan relasi antar konsep, mampu menyusun representasi multipel, serta mampu menyelesaikan masalah matematika.

Berkenaan dengan pembelajaran, Janvier (1987) membahas suatu pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik lebih aktif belajar dalam memperoleh pengetahuan dan mengembangkan berfikir melalui penyajian masalah terbuka (*open-ended*), tidak terstruktur (*ill-structured*), tidak algoritmis atau nonprosedural dalam suatu situasi kontekstual yang relevan. Para pakar menamakan pendekatan tersebut dengan istilah *problem-based learning* atau diterjemahkan sebagai Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM). Pendekatan ini menyediakan lebih banyak kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan matematis mereka, menggali, mencoba, mengadaptasi, dan mengubah prosedur penyelesaian, termasuk memverifikasi solusi, yang sesuai dengan situasi yang baru diperoleh. Demikian pula dalam lingkungan PBM mahasiswa memiliki lebih banyak kesempatan untuk mengalami proses matematis yang terkait dengan komunikasi, koneksi, representasi multipel, penalaran, dan pemodelan (Smith, dalam Roh, 2003). Sebaliknya, pembelajaran konvensional pada umumnya berpusat pada materi, latihan aplikasi teorema, dan evaluasi hasil belajar mahasiswa yang terfokus pada aspek hafalan informasi dan fakta. Dalam pembelajaran konvensional, mahasiswa jarang dihadapkan pada tugas-tugas matematis (*mathematical task*) yang kompleks yang memerlukan kemampuan metakognitif dan perilaku afektif yang tinggi seperti *self-efficacy*.

Dalam istilah *self-efficacy* termuat perilaku afektif perasaan, kepercayaan, dan keyakinan seseorang terhadap kemampuan dirinya. Beberapa peneliti (Bouffard-Boachard, 1989, Larson, Piersal, Imao, dan Allen, 1990, dan Schunk, 1981, 1987) menemukan bahwa *self-efficacy* memberi peranan yang besar terhadap pencapaian kemampuan matematis tingkat tinggi pada mahasiswa.

Memperhatikan pendekatan pembelajaran berbasis masalah yang memberi banyak peluang kepada mahasiswa untuk melaksanakan *doing math* yang kompleks yang solusinya menuntut agar mahasiswa memiliki *self-efficacy*, mendorong peneliti untuk melakukan studi tentang peranan *self-efficacy* dan variabel non-kognitif lainnya terhadap pencapaian kemampuan representasi

multipel mahasiswa dalam setting pembelajaran berbasis masalah.

Representasi Matematis

Representasi merupakan aspek sentral dalam pengkonstruksian pengetahuan. Ditinjau dari dimana representasi itu muncul, terdapat tiga jenis representasi yaitu: internal, eksternal, dan internal-eksternal atau representasi bersama (*shared representation*). Representasi eksternal dapat merupakan tanda, karakter, atau obyek yang dihasilkan mahasiswa sebagai produk namun tidak dikonstruksi mahasiswa, sedang representasi internal yang disebut juga representasi psikologis berkaitan dengan perilaku mahasiswa terhadap konsep matematika (Goldin dan Shteingold, 2001). Para behavioris dalam pembelajarannya lebih memperhatikan representasi eksternal untuk mengukur kinerja mahasiswa. Namun, beberapa studi (dalam Stylianou dan Pitta-Pantazzi, 2002), mengemukakan bahwa representasi visual, yaitu sejenis representasi eksternal, kurang mendukung pengembangan kemampuan matematis mahasiswa. Sebaliknya, para konstruktivis pada umumnya lebih mengutamakan representasi internal dan representasi bersama, karena kedua representasi tersebut termasuk di dalamnya representasi afektif mendukung pengembangan pemahaman matematis mahasiswa yang bermakna (Goldin dan Shteingold, 2001).

Representasi pada dasarnya merupakan bagian dari komunikasi matematis yang dapat berbentuk sebagai bahasa biasa (*ordinary language*), bahasa verbal matematis, bahasa simbol, representasi visual, dan bahasa kuasi-matematis. Jenis-jenis representasi di atas berfungsi untuk mengkomunikasikan ide-ide matematis. Sebuah konsep matematika dapat direpresentasikan dalam beberapa cara dengan makna yang serupa. Misalnya dalam aljabar, suatu grup dihedral dapat direpresentasikan secara geometris (*mental image*), dalam bentuk simbol permutasi, dan dapat dikaitkan dengan grup lain atau ide matematika lain. Ilustrasi di atas merupakan satu contoh dari suatu representasi *dihedral multiple group*.

Dalam proses pembentukannya, representasi multipel tidak terjadi dalam suatu ruang terisolasi, namun terbentuk dalam suatu sistem yang terstruktur. Sebagai contoh, satu atau beberapa obyek matematika, melalui bantuan alat-alat matematika seperti bahasa, simbol, grafik, dan

artifak membentuk suatu representasi multipel dari obyek matematika tadi yang kemudian membentuk pemahaman matematis yang lebih bermakna tentang obyek matematika semula. Sebagai implikasinya, untuk memperoleh pemahaman matematis yang bermakna pada mahasiswa, hendaknya mereka dilatih agar mampu merepresentasikan suatu masalah dalam beragam cara yang berbeda dan kemudian dilanjutkan dengan dilatih menyelesaikan masalah atau menemukan solusi masalah dari berbagai sudut pandang atau perspektif.

Pemodelan Matematika

Istilah model dan pemodelan matematis mempunyai beberapa interpretasi dalam kehidupan sehari-hari. Perbedaan antara pemodelan dan model adalah analogi dengan perbedaan antara proses dan produk. Model matematis merupakan produk akhir yang dapat berbentuk representasi abstrak, simbolik, atau fisik dari proses pemodelan situasi yang problematis. Proses pemodelan matematis melalui beberapa tahap yaitu: (1) dimulai dari penyajian situasi masalah dalam dunia nyata, kemudian (2) dengan menginterpretasi, menyederhanakan, dan menstrukturisasi, diperoleh formula (rumusan) masalah, selanjutnya (3) melalui matematisasi masalah diperoleh rumusan masalah matematis yang disebut pula model matematis, kemudian (4) dengan menyelesaikan masalah dihasilkan solusi model matematis, dan selanjutnya (5) dengan menginterpretasi solusi akhirnya diperoleh terapan model untuk pengambilan keputusan.

Dalam tiap tahap proses (pemodelan) di atas, mahasiswa dituntut mampu merepresentasikan pikirannya secara lisan atau tulisan dalam bentuk grafik, diagram, tabel, atau bentuk lainnya. Dengan kata lain, kelima tahap pemodelan matematis di atas menggambarkan bahwa dalam membangun model matematis terlibat proses-proses strukturisasi, matematisasi, interpretasi, menemukan solusi, memvalidasi model, menganalisis dan mengkomunikasikan model, serta mengendalikan model (Dorier, 2004). Memperhatikan proses-proses yang terlibat dalam pemodelan matematis di atas, dapat disarikan bahwa kemampuan pemodelan matematis merupakan bagian dari kemampuan matematis yang sangat esensial untuk pencapaian pemahaman matematis mahasiswa yang bermakna.

Self-Efficacy

Terdapat beberapa istilah yang berelasi dengan istilah *self-efficacy* misalnya *self-concept*, *self-appraisal*, dan *self regulated*. Keempat istilah tersebut tidak identik satu dengan yang lainnya atau mempunyai arti yang tepat sama, namun mereka memiliki beberapa kesamaan karakteristik antara lain pandangan, perasaan, kepercayaan individu terhadap kemampuan dirinya. Berdasarkan keluasan ruang lingkup karakteristik keempat istilah di atas, Bandura (1994) mengemukakan bahwa pada dasarnya *self-efficacy* merupakan satu komponen dari *self regulated* atau kemandirian yang di dalamnya memuat aspek kemampuan mengontrol diri.

Beberapa peneliti menggunakan instrumen *self-efficacy* untuk mengukur kepercayaan diri individu antara lain dalam menyelesaikan masalah spesifik (Hackett dan Betz, 1989), dalam strategi kemandirian belajar atau *self-regulated learning* (Bandura, 1989), dan dalam kinerja tugas menulis dan membaca (Shell, Colvin, dan Bruning, 1995). Selanjutnya Bandura (1997) merangkumkan bahwa *self-efficacy* secara umum akan: (1) mempengaruhi individu dalam mengambil keputusan, (2) menentukan kualitas dorongan, ketekunan, dan fleksibilitas individu dalam melakukan aktivitas, dan (3) mempengaruhi pola pikir dan emosional individu untuk tidak mudah menyerah.

Bandura (Zeldin, 2000) mengemukakan ada empat sumber yang dapat meningkatkan atau menurunkan kualitas *self-efficacy* individu, yaitu: pengalaman keberhasilan atau kegagalan yang dialami individu sendiri, pengalaman keberhasilan atau kegagalan yang dialami orang lain, pernyataan positif atau negatif dalam kemampuan tertentu terhadap suatu kelompok, dan kondisi psikologis individu misalnya perasaan akan berhasil atau kecemasan. Memperhatikan karakteristik dan peran *self-efficacy* terhadap pencapaian kinerja individu, Bandura (Pajares, 2002) mengemukakan bahwa *self-efficacy* menyentuh hampir semua aspek kehidupan manusia baik dalam berfikir maupun dalam perilaku ranah afektif, sehingga *self-efficacy* dipandang sebagai salah satu faktor kritis dan esensial dalam *self-regulated learning* atau kemandirian belajar.

Isu tentang Variabel Non-kognitif dalam Belajar

Selama dekade terakhir, isu gender menjadi agenda diskusi di tingkat regional, nasional, dan

internasional, misalnya masalah kesetaraan perempuan (*woman equity*) dalam belajar matematika, sains, dan teknologi (UNESCO, 2006). Beberapa hal yang mungkin menghambat perkembangan perempuan dalam pencapaian hasil belajar matematika di antaranya adalah: (1) Kondisi sosial ekonomi keluarga yang rendah dan filosofi masyarakat tertentu untuk menyekolahkan putrinya ke tingkat pendidikan yang lebih tinggi, (2) perbedaan perlakuan terhadap siswa perempuan sehingga pembelajaran kurang memotivasi mereka, (3) pelaksanaan kurikulum yang didisain lebih kepada siswa laki-laki dari pada siswa perempuan. Selain dari isu negatif di atas, terdapat pula penelitian yang melaporkan temuan positif antara lain, kehadiran pengajar perempuan meningkatkan minat belajar siswa perempuan dan dalam matematika kemampuan siswa perempuan sama dengan kemampuan siswa laki-laki (Brenen, 2003)

Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*) pada awalnya didisain pada program pascasarjana kedokteran ketika disadari bahwa terdapat sejumlah dokter muda yang memiliki pengetahuan yang baik dan luas ketika lulus namun kurang memiliki keterampilan memecahkan masalah yang memadai untuk diterapkan. Berdasarkan pengalaman tersebut kemudian dirancang suatu pendekatan pembelajaran yang dinamakan pembelajaran berbasis masalah (PBM). Savery dan Duffy (1996) mengemukakan bahwa PBM berlandaskan pada asumsi pandangan konstruktivisme yaitu: (1) pemahaman baru terbentuk karena ada interaksi antara individu dengan lingkungan, (2) konflik kognitif merupakan stimulus pembentukan organisasi pengetahuan atau pemahaman yang baru, (3) pengetahuan berkembang melalui interaksi sosial dan negosiasi. Sesuai dengan pandangan konstruktivisme selama PBM terindikasi beberapa karakteristik yaitu: penggunaan waktu yang lebih banyak untuk mengembangkan pemahaman, penerapan belajar dalam kelompok kecil, penyajian masalah terbuka (*open-ended*), dan mahasiswa belajar aktif. Berdasarkan asumsi pandangan konstruktivisme, pelaksanaan PBM menganut delapan prinsip pembelajaran yaitu: (1) menjangkar semua aktifitas ke arah masalah yang lebih besar, (2) mendukung dan memberi peluang yang seluas-luasnya kepada mahasiswa untuk menginterpretasi masalah,

memilih dan menerapkan strategi, dan mencari solusi dengan caranya sendiri, (3) mendisain tugas otentik, (4) mendisain tugas dan lingkungan sehingga pembelajaran berfungsi, (5) memberi kesempatan mahasiswa mengembangkan solusi, (6) memberikan tantangan melalui scaffolding dan sumber agar mahasiswa berfikir dan melakukan inkuiri, (7) memberi kesempatan untuk menguji ide dan membandingkan dengan alternatif lain, (8) memberikan dukungan untuk mahasiswa melakukan refleksi.

Selanjutnya dari delapan prinsip PBM, Miller (2000) mencatat beberapa strategi dalam PBM di antaranya adalah: (1) pembelajaran diawali dengan aktivitas dan simulasi, (2) demonstrasi berbasis data, (3) diskusi kelompok, (3) proyek individu dan kelompok, (4) presentasi tertulis dan lisan, (5) penyajian materi berbasis aktivitas, (6) membuat prediksi sebelum melaksanakan aktivitas, (7) mendorong untuk banyak melakukan representasi, berfikir, dan merenung, serta berinteraksi dengan teman sebaya. Selanjutnya agar PBM berlangsung dengan baik, maka masalah hendaknya memenuhi karakteristik sebagai berikut (Duch, 2001): masalah yang kontekstual dan membangkitkan minat mahasiswa, masalah yang *open-ended*, masalah cukup rumit sehingga mendorong mahasiswa mampu menyeleksi informasi yang relevan dan bekerjasama secara efektif, dan masalah yang mendorong berlangsungnya berfikir matematis tingkat tinggi.

Beberapa pakar (Duch, Grof, dan Allen, 2001) mengemukakan bahwa PBM memberikan banyak manfaat bagi mahasiswa, untuk mengembangkan kemampuan berfikir tingkat tinggi seperti berfikir kritis, menemukan dan menggunakan sumber-sumber belajar, mengembangkan kemampuan bekerja kooperatif, dan belajar sepanjang hayat. Demikian pula Hung (2002) mengemukakan manfaat PBM lainnya antara lain: memberi kesempatan mahasiswa beradaptasi dan berpartisipasi terhadap perubahan, bernalar kritis dan kreatif, bersikap empati dan menghargai pendapat orang lain, mengembangkan *self directed learning*, dan bersikap terbuka

Penelitian yang Relevan

Beberapa artikel dan penelitian mengenai kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa dikemukakan oleh Aspinwall, Shaw, dan Presmeg, 1997, Burn, Appleby, dan Maher,

1999, Coulombe dan Berenson, 2001, Dennis dan Confrey, 1996, Dreyfus dan Eisenberg, 1990, Dufour-Janvier, Bednarz, dan Bellanger, 1987, Eisner dalam Ryken, 2006, Goldin dan Shteingold, 2001, Hiebert et al dalam Ericson, 1999, Hughest-Hallert et al dalam Kendall, 2001, Lesser dan Tshoshanov, 2005, Kendall (2001), O' Callaghan, 1998, Poppe, 1993, Porzio, 1994, Sierpiska, 2002, Tall, 1991, dan Yanvier, 1987. Dennis dan Confrey (1996), Dufour-Janvier, Bednarz, dan Bellanger (1987), Yanvier (1987), Poppe (1993), dan Porzio (1994), Aspinwall, Shaw, dan Presmeg (1997), Goldin dan Shteingold, (2001), Lesser dan Tshoshanov (2005), dan Eisner dalam Ryken (2006) menekankan pentingnya pemilihan kemampuan representasi multipel matematis sebagai *tool* dalam meningkatkan pemahaman matematis dan bermatematika (*doing math*) mahasiswa. Dalam hal ini *tool* dapat berbentuk sistem perhitungan, simbol sistem aljabar, skema, gambar, atau diagram. Tall (1991) melaporkan beberapa kesalahan yang terjadi pada mahasiswa dalam menyusun representasi multipel matematis adalah keterbatasan mereka dalam mengendalikan representasi, dan relasi antar model, serta penggunaan bahasa yang tepat untuk merepresentasikan dan memanipulasi konsep matematika. Serupa dengan laporan tersebut, Burn, Appleby, dan Maher (1999) melaporkan bahwa mahasiswa matematika di Inggris kurang mampu memilih modus representasi yang tepat karena mereka kurang komunikatif dalam mengekspresikan pikirannya.

Berkenaan dengan pembelajaran, O' Callaghan (1998) mengidentifikasi empat komponen yang diperlukan dalam pemecahan masalah yang melibatkan representasi, yaitu: pemodelan, interpretasi, translasi, dan *reifying*. Sedang Hiebert et al dalam Ericson, (1999), menawarkan prinsip esensial untuk membangun pemahaman matematika yaitu *Make the subject problematic*, dan Hughest-Hallert et al (Kendall, 2001) memperkenalkan *Rule of three* yang menganjurkan tiap topik hendaknya disajikan dalam bentuk grafik, numerik, dan analitik. Kemudian Kennedy (2000) menambahkan dengan kemampuan verbal sehingga menjadi *Rule of four*.

Beberapa penelitian mengenai *self-efficacy* (Hackett, 1985, Hackett dan Betz, 1989, Lent, Lopez, dan Bieschke, 1991, 1993, Pajares dan Miller, 1994), melaporkan bahwa ketertarikan terhadap matematika, prestasi belajar matematika, dan pemilihan mata kuliah lebih mudah diprediksi

dari memprediksi indeks prestasi kumulatif (IPK) mahasiswa dalam matematika. Penelitian lain, Brenen (2003) melaporkan bahwa kehadiran pengajar perempuan meningkatkan partisipasi dan minat mahasiswa perempuan, dan Watson (2006) menemukan bahwa *self-efficacy*, *self-concept*, kualitas kecemasan dan kemampuan kuantitatif mahasiswa perempuan dalam perkuliahan Matematika Diskrit lebih rendah dari pada siswa laki-laki.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu kuasi eksperimen dengan kelompok kontrol tanpa tes awal dengan desain:

A X O
A O

A: pengambilan subyek acak terhadap kelas perkuliahan yang ada

X: pembelajaran berbasis masalah dalam perkuliahan Pemodelan Matematika

O: tes representasi multipel matematis

Subjek populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Matematika dari satu universitas negeri di Jawa Barat, dan subjek sampelnya adalah 66 orang mahasiswa tingkat tiga peserta matakuliah Pemodelan Matematika pada Jurusan Matematika tersebut. Penelitian melibatkan beberapa variabel, yaitu: pembelajaran berbasis masalah sebagai variabel bebas; kemampuan representasi matematis, dan *self-efficacy* sebagai variabel terikat; kemampuan akademik awal, gender, status sosial dan etnis sebagai variabel kontrol.

Instrumen yang digunakan adalah berbentuk tes dan non tes, serta pedoman wawancara. Tes yang diberikan terdiri dari dua set tes yaitu Tes Representasi Multipel Matematis I, dan Tes Representasi Multipel Matematis II masing-masing terdiri dari empat butir tes berbentuk uraian. Instrumen non tes berupa skala *self-efficacy* model Likert dalam empat pilihan (tanpa pilihan netral) yang memuat enam komponen terdiri dari 20 butir pernyataan positif dan 20 butir pernyataan negatif. Ketiga instrumen tersebut telah diujicoba dan dinyatakan valid. Analisis statistik yang digunakan adalah Uji ANOVA dua jalur, ANOVA satu jalur, GLM, dan uji t.

Berikut ini disajikan contoh butir tes yang mengukur kemampuan representasi multipel

matematis mahasiswa, dan dua butir pernyataan skala *self-efficacy* dalam pembelajaran matematika.

Contoh butir tes: Makanan yang disimpan dalam kulkas bersuhu 0 derajat Fahrenheit, akan mendingin dengan persamaan $T = 70 (0,89) 1/30$. T adalah suhu makanan dalam derajat Fahrenheit, dan t adalah waktu dalam menit. Setelah dua jam berapa suhu makanan dalam kulkas tadi? Kapan makanan dalam kulkas akan mencapai suhu 10 derajat Fahrenheit? Berikan alternatif untuk menemukan solusi masalah di atas. Saya gugup menghadapi masalah

Contoh butir pernyataan skala *self-efficacy*

1. Saya yakin dapat mempelajari matematika serumit apapun (pernyataan positif dalam bermatematika)

2. Saya tertantang menghadapi bilangan-bilangan berpola (pernyataan positif dalam representasi multipel matematika)
3. Saya gugup ketika menghadapi masalah matematika (pernyataan negatif dalam kecemasan belajar matematika)

Temuan dan Pembahasan

Kemampuan representasi multipel mahasiswa dalam setting PBM dan konvensional tergambar pada Tabel 1 sedang temuan tentang *self-efficacy* mahasiswa tergambar pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 1, ditemukan bahwa ditinjau secara keseluruhan, klasifikasi kemampuan awal akademik (IP dalam matematika) dan angka simpangan baku mahasiswa kemampuan representasi multipel matematis dalam

Tabel 1: Kemampuan Representasi Multipel Matematis Mahasiswa Pada Kelas PBM dan Kelas Konvensional (Skor ideal 100)

| Kemampuan yang diteliti | Kemampuan Representasi Multipel Matematis Mahasiswa | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Kelas PBM | | | Kelas Konvensional | | |
| Kelas | Rendah | Sedang | Tinggi | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Kemampuan awal akadm (IP Matematika) | | | | | | |
| Rerata | 81,6 | 84,3 | 86,8 | 79,8 | 80,3 | 83,5 |
| Simpangan baku | 3,9 | 2,3 | 2,9 | 4,9 | 4,2 | 3,9 |
| Minimum | 76,1 | 79,5 | 82,1 | 72,5 | 74,9 | 77,7 |
| Maksimum | 87,2 | 87,0 | 91,3 | 89,2 | 88,0 | 87,9 |
| Median | 80,6 | 84,2 | 85,8 | 79,4 | 81,1 | 85,0 |

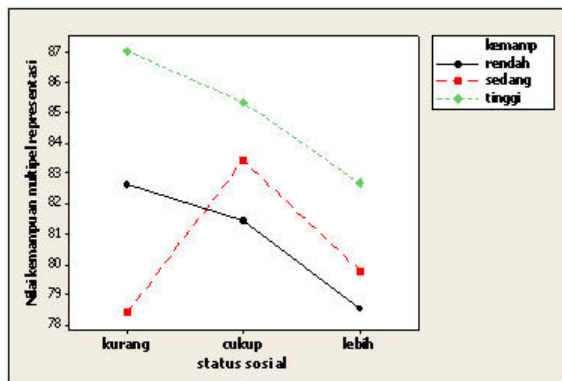
Tabel 2: SE Mahasiswa terhadap Pembelajaran (skala 0-4)

| Self-efficacy | Indikator | Skor Netral | Skor SE Mahasiswa | |
|--------------------------------------|---|-------------|-------------------|-------------|
| | | | Kelas PBM | Kelas konv. |
| Dalam kemampuan bermatematika | Kemampuan bermatematika secara umum | 2,43 | 2,60 | 2,52 |
| | Kemampuan menerapkan multi-representasi matematis | 2,65 | 2,74 | 2,66 |
| Dalam kemandirian belajar matematika | Keinginan/motivasi belajar | 2,38 | 2,31 | 2,15 |
| | Mengatasi diri sendiri dalam belajar | 2,19 | 2,64 | 1,84 |
| Dalam kemampuan komunikasi matematis | Kemampuan berkomunikasi matematis dengan teman sebaya | 2,25 | 2,54 | 2,54 |
| | Kemampuan berkomunikasi matematis dengan pengajar | 2,33 | 2,74 | 2,44 |
| Rerata | | 2,37 | 2,59 | 2,36 |

pembelajaran Pemodelan Matematika pada kedua kelas tergolong baik. Dengan kata lain pembelajaran telah berhasil. Selain itu, kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa kelas dengan PBM secara signifikan lebih baik dari hasil mahasiswa pada kelas konvensional. Analisis rasional lain, rerata kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa pada kelas PBM dengan IP sedang ternyata lebih baik dari rerata mahasiswa kelas konvensional dengan IP yang tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa peran PBM lebih kuat dari pada peran IP matematika mahasiswa dalam pencapaian kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa. Demikian pula ditinjau dari data simpangan baku, kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa pada kelas PBM lebih baik dan lebih homogen.

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa rerata *self-efficacy* mahasiswa di kelas eksperimen lebih baik dari di kelas kontrol dan skor netral, terutama pada aspek 'mengatasi diri dalam belajar' dan 'kemampuan berkomunikasi dengan pengajar'. Temuan ini menunjukkan bahwa PBM lebih banyak menyediakan kesempatan untuk kemandirian belajar dan komunikasi matematis mahasiswa.

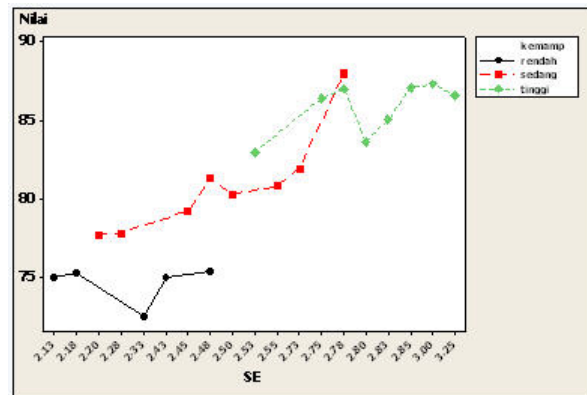
Analisis selanjutnya, ternyata memperlihatkan bahwa gender dan etnis tidak mempengaruhi kualitas kemampuan representasi multipel matematis, namun aspek status sosial secara signifikan berpengaruh (Gambar 1).



Gambar 1: Kemampuan representasi multipel matematis, self-efficacy, dan status sosial

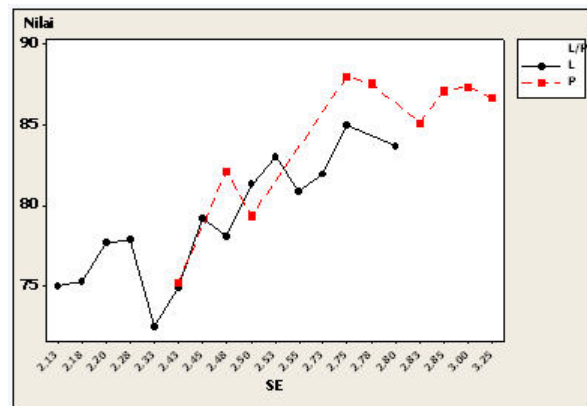
Kualitas *self-efficacy* mahasiswa dengan tingkatan kemampuan tinggi dan rendah, yang berstatus 'kurang' lebih baik dari yang berstatus 'cukup', dan yang 'cukup' lebih baik dari yang 'lebih'. Dari wawancara terungkap bahwa mahasiswa dengan status sosial 'kurang' lebih termotivasi

dalam belajar, sehingga daya juangnya lebih tinggi, dengan tujuan masa depan yang lebih baik. Mahasiswa dengan tingkatan kemampuan 'sedang' dan berstatus 'kurang' berprestasi terburuk, karena faktor psikologis yang lebih berperan (mahasiswa golongan ini terkadang merasa sudah mampu, sehingga daya juangnya pun kurang.



Gambar 2: Kemampuan representasi multipel matematis, dan self-efficacy

Gambar 2 menunjukkan bahwa makin tinggi *self-efficacy* mahasiswa, makin tinggi pula kemampuan representasi multipel matematisnya, artinya keyakinan diri berkorelasi positif dengan kemampuan matematis mereka.



Gambar 3: Kemampuan representasi multipel matematis, self-efficacy, dan gender

Sedangkan Gambar 3 memperlihatkan bahwa di kelas dengan PBM, mahasiswa perempuan lebih berhasil dalam kemampuan bermatematika, dibandingkan mahasiswa laki-laki, sedangkan di kelas konvensional tidak terlihat suatu pola. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa perempuan, lebih interaktif dalam diskusi di kelas dengan PBM, dan dapat berprestasi sama atau bahkan lebih baik dari mahasiswa laki-laki.

Kesimpulan

1. Ditinjau secara keseluruhan, klasifikasi kemampuan akademik awal (IP matematika mahasiswa), dan angka simpangan baku, kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa dalam kedua kelas tergolong baik. Selain dari itu, kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa kelas dengan PBM lebih baik dari kemampuan mahasiswa dalam kelas konvensional
2. Ditinjau secara keseluruhan, kualitas *self-efficacy* mahasiswa kelas dengan PBM lebih baik dari *self-efficacy* mahasiswa dalam kelas konvensional, terutama pada aspek 'mengatasi diri dalam belajar' dan 'kemampuan berkomunikasi dengan pengajar'. *Self-efficacy* mahasiswa kelas dengan PBM tergolong positif sedang *self-efficacy* mahasiswa kelas konvensional tergolong netral.
 - 3.1 Dalam kelas dengan pembelajaran PBM, mahasiswa yang memiliki IP tinggi, sedang, dan kurang, berturut-turut juga memiliki *self-efficacy* yang tinggi, sedang, dan kurang.
 - 3.2. Kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa dengan PBM, selain dipengaruhi oleh IP matematika, namun peran PBM lebih besar dari peran IP mahasiswa. Selain dari itu diperoleh kesimpulan juga bahwa secara signifikan Kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa terkait dengan status ekonomi mereka. Mahasiswa dari status sosial ekonomi kurang cenderung berprestasi lebih baik dibandingkan dengan mahasiswa status sosial lainnya.
 - 3.4. Kemampuan representasi multipel matematis mahasiswa dengan PBM secara signifikan dipengaruhi gender dan *self-efficacy* mahasiswa. Kemampuan representasi multipel matematis dan *self-efficacy* mahasiswa perempuan lebih baik dari mahasiswa laki-laki. Dalam kelas konvensional, kemampuan representasi multipel matematis dan *self-efficacy* mahasiswa perempuan tidak berbeda signifikan dengan mahasiswa laki-laki.
- 4.1. Kelebihan implementasi PBM dibandingkan dengan pembelajaran konvensional antara lain:
 - a. PBM memperlihatkan bahwa lingkungan belajar sangat berpengaruh dalam mengembangkan pengetahuan mahasiswa. Mereka lebih mampu mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, yang sesuai dengan pandangan konstruktivisme.
 - b. PBM memberi banyak kesempatan untuk mahasiswa untuk melakukan *doing math* (sejalan dengan Venkatachary, 2004) dan mereka lebih berani bertanya, menjawab, dan berargumentasi dengan teman sebaya dan pengajarnya.
 - c. Pengajar memperoleh banyak pengetahuan baru yang tidak terpikirkan sebelumnya dari diskusi dengan mahasiswa, baik dari sisi pengetahuan matematika maupun sisi psikologisnya.
- 4.2 Kelemahan implementasi PBM dibandingkan dengan pembelajaran konvensional antara lain:
 - a. PBM membutuhkan waktu dua atau tiga kali lebih banyak dalam menyelesaikan materi tertentu, dibandingkan dengan pembelajaran yang konvensional.
 - b. Energi yang dikeluarkan pengajar dalam PBM jauh lebih banyak, sehubungan dengan persiapan mengajar, keaktifan dalam kelas, memeriksa tugas, dan mengevaluasi mahasiswa di dalam atau di luar kelas.
 - c. Ada materi tertentu yang tidak dapat disajikan dengan PBM, seperti materi teori yang sifatnya aksiomatik.

Implikasi dari pembelajaran dengan menggunakan PBM antara lain sikap mahasiswa terhadap Matematika, khususnya dalam kelas dengan PBM sangat berbeda dari sebelum pembelajaran sampai setelah pembelajaran. Mereka seakan-akan baru menyadari bahwa matematika bukanlah suatu disiplin tersendiri, terpisah dari disiplin lainnya. Mereka juga baru menyadari manfaat peranan pengetahuan matematika dalam kehidupan sehari-hari, dan keterkaitannya ke disiplin lain. Dengan materi Pemodelan Matematika dalam pembelajaran PBM, mereka merasa lebih terasah dalam kemampuan representasi, pemecahan masalah, penalaran, koneksi, dan komunikasi matematis secara simultan, baik lisan maupun tulisan. Mereka juga baru menyadari bahwa suatu masalah matematika

dapat mempunyai banyak solusi yang benar. Selain dari itu, pola pikir dan perilaku mahasiswa pun berubah ke arah yang positif.

Fenomena lain yang menarik dari penelitian ini adalah tentang *self-efficacy* mahasiswa perempuan. Ternyata apabila mahasiswa perempuan diberi kesempatan yang lebih luas, untuk terlibat aktif dalam pembelajaran, baik dalam diskusi kelompok atau kelas maupun tanya-jawab dengan pengajar, *self-efficacy* dan kemampuan mahasiswa perempuan meningkat lebih dari pada mahasiswa laki-laki dalam bermatematika. Dalam pembelajaran konvensional, dimana lebih banyak terjadi pembelajaran yang berpusat kepada pengajar, mahasiswa perempuan cenderung pasif, diam, suara kecil, dan lainnya, dibandingkan mahasiswa laki-laki yang cenderung lebih berani atau aktif dalam berkomunikasi. Akibatnya, mahasiswa perempuan kurang berkembang dibandingkan dengan mahasiswa laki-lakinya, baik dari segi pengetahuan yang didapat, keberanian untuk berpendapat, maupun *self-efficacy*nya.

Saran

Beberapa saran atau rekomendasi yang dapat dikemukakan:

1. Pembelajaran berbasis masalah dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran di kelas (daripada pembelajaran konvensional 'murni' yang sudah tidak sesuai dalam masa ini), karena PBM menyediakan suatu lingkungan belajar interaktif.
2. Untuk topik matematika, pembelajaran dengan PBM memakan waktu lebih lama dari pembelajaran konvensional. Jadi, disarankan PBM diterapkan pada topik-topik matematika yang esensial, sehingga konsep topik-topik ini dapat lebih dipahami secara mendalam.
3. Membiasakan peserta didik dengan masalah *open-ended*, mengingat dalam dunia nyata terdapat sebagian besar masalah mempunyai solusi banyak dan benar.
4. Kemampuan matematika mahasiswa perempuan sama dengan kemampuan matematika laki-laki. Dengan demikian, disarankan pengajar memberi kesempatan yang sama kepada semua peserta didik dengan adil (*fair*).
5. Pengajar bertindak sebagai fasilitator dan motivator, tidak menggurui, tidak memberikan

solusi, tapi melakukan scaffolding manakala diperlukan, tidak memberikan rumus/dalil/formula yang diperlukan dalam suatu masalah, karena peserta didiklah yang harus mencari atau mengkonstruksi sendiri.

Daftar Pustaka

- Aspinwall, L., Shaw, K.L., dan Presmeg, N.C. 1997. "Uncontrollable Mental Imagery: Graphical Connections Between a Function and its Derivative" Dalam *Educational Studies in Mathematics*, 33, 301-317.
- Bandura, A. 1994. Self Efficacy. Dalam V.S. Ramachaudran (Ed.) *Encyclopedia of Human Behaviour*. Vol.4. New York: Academic Press [online] Tersedia: <http://www.des.emory.edu/mfp/BanEncy.html>.
- Bandura, A. 1997. *Self Efficacy: The Exercise of Control*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Brennen, B.H. 2003. *Gender Issues in Tertiary Education*. [Online]. Tersedia: [http://www.soencoragement.org/gender%20issuesin%20Higher%20Education % Revised.pdf](http://www.soencoragement.org/gender%20issuesin%20Higher%20Education%20Revised.pdf).
- Committee on the Undergraduate Program in Mathematics (CUPM, 2004). *Undergraduate Programs and Courses in the Mathematical Science: CUPM Curriculum Guide 2004*. USA: The Mathematical Association of America.
- Coulombe, W.N. dan Berenstson, S.B. 2001. Representation of Pattern and Function. Dalam A. C dan Curcio (Eds). *The Roles of Representation in Schools Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Dennis, D. dan Confrey, J. 1996. "The Creation of Continuous Exponents: A Study of the methods and Epistemology of John Wallis." Dalam J. Kaput, A.S.H. Soenfeld, E. Dubinsky (Eds). *Research in Collegiate Mathematics Education II*. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society.
- Dorier, J. 2004. *An Introduction to Mathematical modeling: An Experiment with Students in Economics. Fourth Congress of European Society for Research Mathematics Education* {Online} Tersedia: <http://cerme4/es/Papers%20definitious/13/dorier.pdf>.
- Dreyfus, T. dan Eisenberg, T. 1990. *On Difficulties with Diagram: Theoretical Issues*. Proceeding

- of the 14 th International Conference of the International Group of Psychology of Mathematics Education, Mexico.
- Duch, B.J. 2001. Models for Problem Based Instruction in Undergraduate Courses. Dalam Duch,S.E. Groh, dan D Allen (Eds): *The Power of Problem Based Learning*. Virginia: America: Stylus Publishing.
- Duch,S.E. Groh, dan Allen D. (Eds): *Why Problem-Based Learning: A Learning Case Study of Institutional Change in Undergraduate Education*. Virginia America: Stylus Publishing.
- Dufour-Janvier. B., Bednarz, M. dan Belanger. M. 1987. Pedagogical Considerations Concerning the Problem of Representation. Dalam C. Janvier (ed.): *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (67-72). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publisher.
- Erickson, D.K. 1999. "A Problem Based Approach to Mathematics Instruction." Dalam *The Mathematics Teacher*. Reston.VA NCTM
- Goldin, G.A. dan Steingold, N. 2001. "System of Representation and the Development of Mathematical Concepts." Dalam A. Cuoco & F. Curcio (Eds). *The Role of Representation in School Mathematics* (1-23), Reston. VA NCM
- Greer, B. dan Harel, G. 1998. "The Role of Isomorphisms in Mathematical Cognition." Dalam *Journal of Mathematical Behavior*, 1, 5-24.
- Hackett, G. 1985. "The Role of Mathematics Self-Efficacy in the Choice of Math-related Major of College Women and Men: A Path Analysis." Dalam *Journal of Counseling Psychology*. 32
- Hackett, G. dan Betz, N.E. 1989. "An Exploration of the Mathematics Self-Efficacy/Mathematics Performance." Dalam *Journal of Research in Mathematics Education*. 20
- Hong, Y. Y., Thomas, M., dan Kwon, O. 2000. "Understanding Linear Algebraic Equations via Super-calculator Representations." Dalam T.Nakahara dan M. Koyama (Eds.): *Proceedings of the 24th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.3, pp.57-64). Hiroshima, Japan: Programme Committee
- Hung, D. 2002. "Situated Cognition and Problem Based Learning: Implications for Learning and Instruction with Technology." Dalam *Journal of Interactive Learning Research* (2002). 13 (4). [Online]. Tersedia: <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ664833>
- Janvier, C. 1987. "Representation and Understanding: The Notion of Functions as an Example." Dalam C. Janvier (ed.): *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (67-72). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kendal, M. 2001. *Teaching and Learning Introductory Differential Calculus with Computer Algebra System*. Disertasi: tidak dipublikasikan. [Online] Tersedia: http://eprints.unimelb.edu.au/archive/00001525/01/Margaret_Kendal.pdf.
- Kennedy, D. 2000. *AP Calculus for a New Century*. [Online]. Tersedia: http://www.collegeboard.org/ap/calculus/new_century/index.html
- Lent, R.W., Lopez, F. G dan Bieschke. K.J. 1993. "Predicting Mathematics-Related Choice and Success Behaviors: Test of an Expanded Social Cognitive Model." Dalam *Journal of Vocational Behaviour*, 42 [Online] Tersedia: <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ458806>
- Lesser, L. M. dan Techoshanov, M.A. 2005. "The Effect of Representation and Representational Sequence on Students' Understanding." Dalam Lloyd, G.M., Wilson, M Wilkins, J.L. dan Behm, S.L. (Eds). *Proceedings of the 27th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Miller, J.B. 2000. *The Quest for the Constructivist Statistics Classroom: viewing Practice through Constructivist Theory*. Disertasi. Tidak dipublikasikan. The Ohio State University, Columbus.
- O'Callaghan, B.R. 1998. "Computer-intensive Algebra and Students' Conceptual Knowledge of Function." Dalam *Journal for Research in Mathematics Education*, 29 (1), 21-40
- Pajares, F. 2002. *Overview of Social Cognitive Theory and Self-Efficacy*. [Online]. Tersedia: <http://www.emory.edu/EDUCATION/mfp/eff.html>

- Poppe, P. E. 1993. *Representations of Function and the Roles of the Variable*. (Doctoral Disertaion, Georgia State University). Dissertation Abstracts International, 54 (12) Z4383.
- Porzio, D.T. 1994. *The Effects of Differing Technological Approaches of Calculus on Students'Use and Understanding of Multiple Representations when Solving Problems*. Dissertation The Ohio University, USA, Tidak dipublikasikan [Online]. Tersedia: <http://www.ericjournal.org/vol5/iss1/mathematics/article1.cfm>.
- Roh, K.H. 2003. "Problem-based Learning in Mathematics." In *Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education*. [Online]. Tersedia: <http://www.ericdigest.org/2004-3/math.html>
- Ryken, A.E. 2006. "Reflect, Review, Reinvent.: Making Mathematics Teaching Visible through Multiple Representations." Dalam *American Educational Research Association (AERA) Annual Meeting 2006*. [Online]. Tersedia: <http://www2.ups.edu/faculty/aryken/representations.pdf>
- Schunk, D. H. 1987. "Peer Models and Calculus Behavioural Change." Dalam *Review of Educational Research*. 57. [Online]. Tersedia: http://www.eric.ed.gov/sitemap/html_0900000b800ae17e.html
- Sfard, A. 1992. "Operational Origins of Mathematical Objects and the Quandary of Reification-The Case of Function." Dalam E. Dubinsky dan G. Harel (Ed.), *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*, USA: Mathematical Association of America.
- Shell, D.F., Colvin, C., dan Bruning, R.H. 1995. "Self-Efficacy, Attributions, and Outcome Expectancy Mechanisms in Reading and Writing Achivievement: Grade –level and Achivement –level Difference." Dalam *Journal of Educational Psychology*. 87. [Online]. Tersedia: <http://www.des.emory.edu/mfp/effchapter.html>
- Sierpinska, A. 1992. "On Understanding the Notion of Function." Dalam E. Dubinsky dan G. Harrel (Ed.): *The concept of function: Aspects of Epistemology and Pedagogy* (25-58) USA. Mathematical Accociation of Amerika.
- Tall, D.O. 1991. "The Psychology of Advanced Mathematical Thinking." Dalam D.O.Tall. (Ed), *Advanced Mathematical Thinking*. The Netherlans: Kluwer Academic Publisher
- UNESCO. 2006. *Regional Secretariat for Gender Equity in Science and Technology*. [Online]. Tersedia: <http://gab.wigsat.org/resgest.pdf>
- Watson, J.M. 2006. *An Exploration of Gender Differences in Tertary Mathematics*. [Online]. Tersedia: http://www.eric.ed.gov//ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&ERICExsearch_SearchValue_0=EJ464644&ERICEx1Search_SearchType_0=eric_accno&accno=EJ464644
- Yerushalmy, M. 1997. "Designing Representations: Reasoning about Functions of Two Variables." Dalam *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 431-466.
- Zachariades, T., Christou, C., dan Papageorgiou, E. 2002. *The Difficulties and Reasoning of Undergraduate Mathematics Students in the Identification of Functions*. University of Athens.
- Zeldin, A.L. 2000. *Soources and effects of the Self-Efficacy Beliefs of Men with Career in Mathematics, Science, and technology*. Emory University Disertation. Disertasi. Tidak dipublikasikan. [Online]. Tersedia: <http://www.des.emory.edu/mfp/ZeldinDisertation2000.pdf>