

PENERAPAN PERANGKAT PERKULIAHAN BERBASIS MASALAH TERBUKA UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI UTUH MATEMATIKA

I Wayan Puja Astawa

Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja Bali

Email : iwp.astawa@yahoo.co.id

Abstrak

Kompetensi utuh matematika yang meliputi lima standar matematika belum banyak dielaborasi dalam satu proses perkuliahan dengan menggunakan perangkat perkuliahan yang sesuai. Oleh karena itu, penerapan perangkat perkuliahan berbasis masalah terbuka dalam kajian ini dilakukan untuk meningkatkan kompetensi utuh matematika sesuai standar NCTM. Perangkat perkuliahan berbasis masalah terbuka diterapkan pada mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Ganesha yang mengambil mata kuliah geometri analitik bidang. Penelitian dilakukan mengikuti alur penelitian tindakan kelas. Tindakan utama adalah kegiatan perkuliahan yang menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah terbuka dan pertanyaan-pertanyaan terbuka dalam diskusi. Lembar tugas matematika juga memuat masalah terbuka yang digunakan untuk mengevaluasi kompetensi utuh matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perangkat perkuliahan berbasis masalah terbuka mampu meningkatkan kompetensi utuh matematika meliputi kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah. Kompetensi komunikasi matematika meningkat sebesar 2,3%, kompetensi representasi sebesar 2,5%, kompetensi penalaran dan bukti sebesar 5,9%, dan kompetensi pemecahan masalah sebesar 4,75%. Kompetensi koneksi relatif tetap karena hanya terjadi perubahan sebesar 0,01%. Di samping itu, peningkatan kompetensi matematika juga terjadi pada penyelesaian tugas matematika yang menurut pengalaman sulit dipecahkan.

Kata-kata Kunci : perangkat perkuliahan, masalah matematika terbuka, kompetensi utuh matematika

Abstract

Intact mathematical competence which consist of five mathematical standards was not much fully elaborated in a learning process using convenient teaching materials. Accordingly, a study on appying teaching material developed based on open ended problems was conducted to increase students' competencies on mathematics as stipulated by NCTM. The teaching material was implemented to the student of Mathematics Education Department of Ganesha University of Education who took Plane Analytic Geometry subject. The study followed the classroom action research framework. The main action in this classroom action research was teaching which utilized student worksheets that contain open ended problems and open questions on discussion. The result of the study showed that applying teaching material developed based on open ended problems increased student competencies in mathematics. Mathematics communication increased by 2.3%, representation by 2.5%, proof and reasoning by 5.9% and problem solving by 4.75%. Meanwhile, the connection competence was slightly uncanged. Only 0.01% changes occurred before and after applying the material. In addition, increasing students' mathematical competence also occurred on solving difficult mathematical task that was based on experience difficult to be solved.

Keywords : teaching material, open ended problem, intact mathematical competence

1. Pendahuluan

Masalah terbuka dalam pembelajaran matematika sangat penting dan menjadi bahan kajian yang menarik sejak Shimada (1997) mulai mengenkannya. Pemanfaatan masalah terbuka dalam pembelajaran matematika meningkatkan kompetensi berfikir kritis dan produktif (Schoenfeld, 1985; Sudiarta, 2003). Masalah terbuka tidak saja berguna bagi siswa yang berkompentensi lebih tetapi juga berguna bagi siswa yang berkemampuan kurang (Sulivan, tt). Dalam pembelajaran dengan pendekatan inkuiri termasuk dengan masalah terbuka memungkinkan siswa terlibat secara mendalam dan menggunakan semua kapabilitasnya (Diezmann, 2004).

Pemanfaatan masalah terbuka penting dilakukan pada mahasiswa pendidikan matematika karena peranan strategis mereka yang kelak akan menjadi guru matematika di sekolah. Pembelajaran pada mahasiswa seharusnya diarahkan pada tercapainya standar-standar matematika sesuai anjuran NCTM (2000) seperti komunikasi (*communication*), koneksi (*connection*), representasi (*representation*), penalaran dan bukti (*proof and reasoning*), dan pemecahan masalah (*problem solving*). Standar-standar matematika dapat dijelaskan lebih mendalam seperti berikut. Dalam *komunikasi* siswa diharapkan mampu mengorganisasi dan mengkonsolidasi berpikir matematisnya melalui komunikasi, mengomunikasikan pemikiran matematis secara koheren dan jelas kepada teman, guru, atau yang lain, menganalisis dan mengevaluasi pemikiran matematis dan strategi yang digunakan oleh orang lain, dan menggunakan bahasa matematika untuk mengekspresikan ide-ide matematika secara tepat. Dalam *koneksi* siswa diharapkan dapat memahami dan menggunakan koneksi antar ide-ide matematika, memahami bagaimana ide-ide matematika saling berkaitan dan membentuk ide secara koheren, dan memahami dan mengaplikasikan matematika dengan konteks lain di luar matematika. Dalam *representasi* siswa diharapkan mampu membuat dan menggunakan representasi

untuk mengorganisasi, merekam dan mengomunikasikan ide matematika; memilih, menerapkan, dan menerjemahkan diantara representasi matematika untuk menyelesaikan masalah; menggunakan representasi untuk memodelkan dan menginterpretasi fenomena fisik, sosial dan matematika. Dalam *penalaran dan bukti* siswa diharapkan mampu memahami penalaran dan bukti sebagai aspek fundamental dari matematika, membuat dan menginvestigasi konjektur matematika, mengembangkan dan mengevaluasi argumen-argumen dan bukti, dan memilih dan menggunakan berbagai jenis penalaran dan metode pembuktian. Dalam *pemecahan masalah* siswa diharapkan dapat membangun pengetahuan matematika baru melalui pemecahan masalah, memecahkan masalah yang muncul dalam matematika maupun dalam konteks lain, dan mengamati dan memeriksa kembali proses pemecahan masalah matematika.

Kompetensi utuh matematika mempunyai 5 dimensi kompetensi seperti tersebut di atas yaitu kompetensi komunikasi, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah. Indikator-indikator kompetensi tersebut adalah sebagai berikut.

a. Indikator kompetensi komunikasi

- Mengorganisasi pemikiran matematika melalui komunikasi
- Mengkonsolidasi pemikiran matematika melalui komunikasi
- Mengomunikasikan pemikiran matematika secara koheren dan jelas
- Menganalisis pemikiran matematika orang lain
- Menggunakan bahasa matematika untuk menyajikan ide-ide matematika secara tepat

b. Indikator Kompetensi Koneksi

- Mengenal dan menggunakan koneksi antar ide-ide matematika
- Memahami bagaimana ide-ide matematika saling berkaitan untuk membentuk kesatuan ide yang koheren
- Mengenal aplikasi matematika di

- luar konteks matematika
- Menerapkan ide-ide matematika di luar konteks matematika
- c. Indikator Kompetensi Representasi
- Membuat dan menggunakan representasi untuk mengorganisasi, mencatat, dan mengomunikasikan ide-ide matematika
 - Memilih, menggunakan, menerjemahkan berbagai representasi untuk menyelesaikan masalah
 - Menggunakan representasi untuk memodelkan dan menginterpretasikan fenomena fisik, sosial, dan matematika itu sendiri
- d. Indikator Kompetensi Penalaran dan Bukti
- Memahami penalaran dan bukti sebagai aspek fundamental dari matematika
 - Membuat dan menginvestigasi konjektur matematika
 - Mengembangkan dan mengevaluasi argumen-argumen matematika dan bukti-bukti
 - Memilih dan menggunakan berbagai jenis penalaran dan metode pembuktian
- e. Indikator Kompetensi Pemecahan Masalah
- Membangun pengetahuan baru melalui pemecahan masalah
 - Memecahkan masalah yang ada dalam matematika maupun di luar matematika
 - Menerapkan dan mengadaptasi berbagai strategi pemecahan masalah
 - Memonitor dan merefleksi proses pemecahan masalah
- Di samping untuk mencapai standar-standar dalam belajar matematika sehingga terbentuk kompetensi utuh matematika, pembelajaran pada mahasiswa pendidikan matematika juga harus gayut dengan empat kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang guru sesuai UU no 14 Tahun 2005. Keempat kompetensi guru meliputi kompetensi profesional, kompetensi pedagogik,

kompetensi kepribadian, dan kompetensi sosial. Akan tetapi, pembelajaran selama ini belum mencapai hasil yang diharapkan baik dalam kompetensi utuh matematika (profesional) maupun kompetensi pedagogik.

Penelusuran dari beberapa penelitian yang telah dilakukan di atas meunjukkan bahwa kompetensi profesional calon guru matematika di Undiksha belum dikaji menyeluruh berkaitan dengan aspek penting dalam pendidikan matematika yang meliputi komunikasi matematika, koneksi, representasi penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah sesuai rekomendasi NCTM. Gita, dkk (1999) mengembangkan strategi pengajuan masalah dan kontra contoh dalam pembelajaran mata kuliah kalkulus. Suharta dan Gita (1999) mengembangkan pengajuan masalah yang dikaitkan dengan kemampuan pemecahan masalah. Mahayukti dan Suharta (1999) menggunakan pembelajaran dengan pendekatan realistik. Parwati (2003) mengkaji kemampuan pemecahan masalah dalam perkuliahan Teori Bilangan. Sudiarta (2004) mengkaji masalah matematika terbuka berbantuan LKM pada mata kuliah Pengantar Dasar Matematika. Realitas ini menunjukkan perlunya upaya pembelajaran yang mendukung tercapainya kompetensi utuh matematika calon guru dalam bidang matematika.

Pengemasan suatu pembelajaran memerlukan perangkat pembelajaran yang cocok. Perangkat pembelajaran dapat dikembangkan dengan berbagai pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan karakteristik materi yang dipelajarinya. Salah satu pendekatan yang cocok dalam pembelajaran matematika adalah pendekatan *open-ended* (masalah matematika terbuka). Pendekatan masalah matematika terbuka merujuk pada terminologi yang digunakan oleh Shimada (1997). Pendekatan masalah matematika terbuka menekankan pada masalah yang tidak mempunyai solusi atau strategi penyelesaian yang tunggal melainkan majemuk. Menurut Shimada, rangkaian

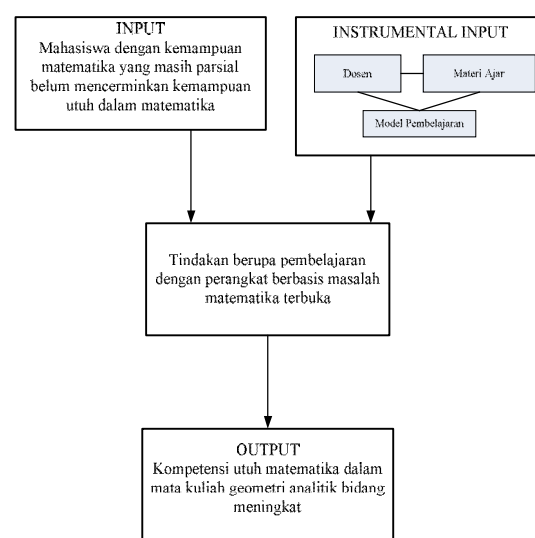
pengetahuan, keterampilan, konsep, prinsip, atau aturan diberikan melalui langkah demi langkah terintegrasi sehingga terjadi pengorganisasian intelektual yang optimal. Nohda (2000) mengemukakan bahwa pembelajaran *open-ended* bertujuan untuk membantu mengembangkan kegiatan kreatif dan pola pikir matematis siswa melalui *problem solving* secara simultan (Erman Suherman. dkk, 2003)

Erman Suherman. dkk (2003) lebih jauh memberikan beberapa keunggulan pendekatan masalah terbuka dalam pembelajaran matematika. Keunggulan itu diantaranya adalah (1) siswa berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran, (2) memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan secara komprehensif, (3) menumbuhkan motivasi intrinsik, dan (4) memberikan banyak pengalaman dalam menjawab permasalahan. Keunggulan ini diharapkan memberikan bekal yang kuat pada siswa untuk menghadapi permasalahan-permasalahan hidupnya sebagai warga masyarakat yang dipenuhi oleh masalah-masalah kehidupan.

Pengembangan perangkat pembelajaran berorientasi masalah matematika terbuka diawali dengan mengkonstruksi masalah itu sendiri sehingga menjadi bahan pembelajaran untuk mencapai suatu kompetensi tertentu. Konstruksi masalah dalam penelitian ini tidak hanya mengacu pada masalah matematika terbuka sesuai konsep Shimada, tetapi juga menggunakan variasi lain seperti yang dikembangkan oleh Sudiarta (2003) yang meliputi (1) *Extended closed problem*, yaitu masalah yang mengandung satu atau beberapa konsep matematika yang dipelajari, satu solusi dengan beberapa prosedur penyelesaian; (2) *Open ended problem with hiding variabel*, yaitu masalah yang mengandung satu konsep, satu solusi dengan beberapa prosedur penyelesaian, dan dengan beberapa aspek/data/variabel disembunyikan; (3) *Open ended problem with missing variabel*, yaitu masalah yang mengandung lebih dari satu konsep, satu solusi dengan

beberapa prosedur penyelesaian, dan dengan beberapa aspek/data/variabel disembunyikan dalam bentuk yang bervariasi, (4) *Open ended problem (fully open)* yaitu masalah yang mengandung lebih dari satu konsep, lebih dari satu solusi dengan beberapa prosedur penyelesaian, dan dengan beberapa aspek/data/variabel tak diberikan secara lengkap.

Keterkaitan antara masalah, teori, hasil pengembangan perangkat, dan pilihan tindakan yang dilakukan dapat digambarkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Kaitan masalah, teori, dan tindakan pembelajaran

Penggunaan perangkat perkuliahan berupa LKM dalam mengkaji permasalahan/soal-soal dalam perkuliahan akan mendorong mahasiswa mempunyai wawasan kompetensi yang utuh dalam belajar matematika. Kompetensi utuh matematika diases dengan panduan kompetensi utuh matematika. Akibat yang ditimbulkan dari penerapan perangkat yang berbasis masalah matematika terbuka dan pemanfaatan panduan evaluasi yang berwawasan kompetensi utuh matematika akan menyebabkan kompetensi utuh matematika mahasiswa dalam belajar geometri analitik bidang meningkat.

2. Metode yang diterapkan .

Penelitian dilaksanakan dengan mengikuti alur penelitian tindakan kelas yang terdiri dari dua siklus yang setiap siklusnya terdiri dari empat tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan, observasi dan evaluasi, dan refleksi. Pada tahap perencanaan dipersiapkan perangkat perkuliahan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang berbasis masalah matematika terbuka dan pedoman evaluasi yang berwawasan kompetensi utuh matematika. Di samping itu, juga dipersiapkan buku ajar yang relevan. Materi matematika yang dituangkan ke dalam LKM adalah materi geometri analitik bidang yaitu irisan kerucut yang meliputi persamaan garis lurus, persamaan lingkaran, persamaan ellips dan persamaan hiperbola. Pada tahap pelaksanaan dilakukan kegiatan pembelajaran dengan mengikuti langkah-langkah pembelajaran seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Langkah-langkah pembelajaran

Pendahuluan	Memberikan motivasi belajar dan apersepsi
Kegiatan inti	Memberikan LKM memuat masalah matematika terbuka. Melalui LKM mahasiswa melakukan eksplorasi konsep yang sedang dipelajari
	Melakukan presentasi dan diskusi untuk mengecek hasil ekplorasi dan penguasaan mahasiswa terhadap materi yang dipelajari
	Melakukan kegiatan elaborasi terhadap materi perkuliahan dengan mengerjakan dan membahas contoh-contoh soal berkaitan dengan konsep.
Penutup	Tanya jawab atau pemberian soal lanjutan untuk mengecek/konfirmasi terhadap materi yang dipelajari
	Menarik kesimpulan dan tindak lanjut berupa tugas atau pekerjaan rumah.

Pada tahap observasi dan refleksi dilakukan observasi terhadap bagaimana aktivitas mahasiswa belajar dan evaluasi terhadap tujuan pembelajaran apakah tercapai atau tidak. Pada tahap refleksi dilakukan refleksi untuk memperoleh gambaran keseluruhan proses yang dilaksanakan tiap siklus. Hasil refleksi digunakan untuk memperbaiki tindakan-tindakan yang diperlukan

Subjek dari penelitian ini adalah mahasiswa jurusan pendidikan matematika FMIPA Undiksha yang memprogram mata kuliah geometri analitik bidang sedangkan objek penelitiannya adalah kompetensi utuh mahasiswa dalam belajar geometri analitik bidang. Kompetensi utuh mahasiswa dalam bidang matematika yang diukur meliputi lima standar matematika sekolah yang ditetapkan oleh NCTM yaitu komunikasi, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah. Data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis secara deskriptif

3. Hasil Penelitian

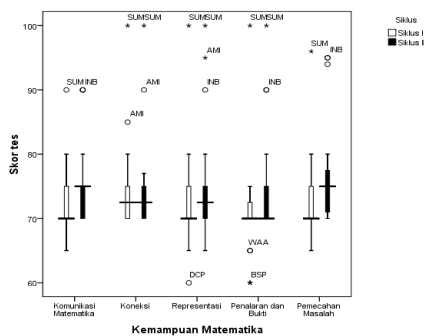
Hasil penelitian berupa kompetensi matematika secara utuh yang meliputi kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah untuk tiap siklus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kompetensi matematika per siklus

Kompetensi Matematika	Siklus I	Silus II
Komunikasi Matematika	73.33 (5.65)	75.00 (6.43)
Koneksi	74.38 (6.81)	74.25 (7.04)
Representasi	73.13 (7.49)	75.00 (8.47)
Penalaran dan Bukti	70.63 (7.71)	74.79 (8.01)
Pemecahan Masalah	72.92 (6.30)	76.38 (7.57)

Bilangan dalam kurung menunjukkan simpangan baku

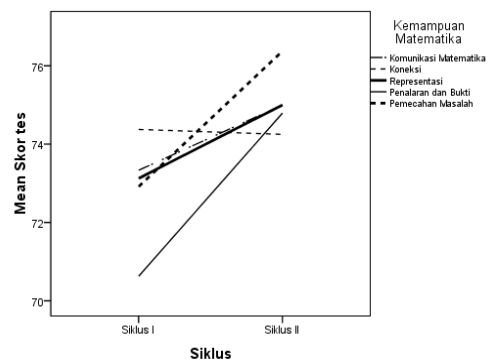
Tabel 2 di atas memuat rata-rata kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah. Hampir semua kompetensi matematika yang diukur mengalami peningkatan dari siklus I ke siklus II, hanya kompetensi koneksi yang sedikit mengalami penurunan. Hasil pengukuran terhadap kompetensi matematika dari siklus I ke siklus II secara lebih detail disajikan pada Gambar 2



Gambar 2. Hasil kompetensi matematika siklus I dan siklus II

Berdasarkan Gambar 2, sebaran kompetensi matematika pada siklus II lebih baik dari sebaran kompetensi matematika pada siklus I. Hal ini dapat dilihat dari kompetensi tertinggi dan kompetensi terendah pada tiap kompetensi matematika yang diukur. Kompetensi terendah pada komunikasi matematika, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah pada siklus I lebih rendah dibandingkan kompetensi terendah pada kompetensi yang sama di siklus II. Untuk koneksi matematika, kompetensi terendah kedua kelompok relatif sama. Untuk kompetensi tertinggi, siklus II menunjukkan superioritas hasil yang dicapai pada semua kompetensi matematika yang diamati (komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah). Hal ini terlihat dari banyaknya mahasiswa yang memperoleh skor tinggi jauh melebihi rata-rata pada siklus II daripada mahasiswa yang memperoleh skor yang sama pada siklus I. Terlebih lagi, mahasiswa yang memperoleh skor

jauh di atas rata-rata pada siklus I dan siklus II sebagian besar adalah orang yang sama. (Perhatikan Gambar 2, gambar bintang dan bulatan menunjukkan data outlier dan label menunjukkan mahasiswa yang berasosiasi dengan data tersebut). Analisis lebih lanjut dari data-data Tabel 2 dan sebaran semua hasil pada Gambar 2 menghasilkan besarnya peningkatan kompetensi matematika dari siklus I ke siklus II seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan kompetensi matematika siklus I dan siklus II

Kompetensi komunikasi matematika meningkat sebesar 1,67 dari 73,33 pada siklus I menjadi 75,00 pada siklus II. Kompetensi representasi meningkat sebesar 1,87 dari 73,13 pada siklus I menjadi 75,00 pada siklus II. Kompetensi penalaran dan bukti meningkat sebesar 4,16 dari 70,63 pada siklus I menjadi 74,79 pada siklus II. Kompetensi pemecahan masalah meningkat sebesar 3,46 dari 72,92 pada siklus I menjadi 76,38 pada siklus II. Kompetensi koneksi tampaknya tidak mengalami kemajuan bahkan sedikit mengalami penurunan yaitu sebesar 0,13 dari 74,38 pada siklus I menjadi 74,25 pada siklus II. Gambar 2 menyajikan besarnya peningkatan atau penurunan kompetensi matematika seperti yang dipaparkan sebelumnya.

Selain menggunakan tes akhir siklus I dan II, pengukuran kompetensi matematika berkaitan dengan kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah juga dilakukan dengan memberikan tugas matematika

yang merupakan soal pemecahan masalah dengan menggunakan masalah terbuka (*open-ended problem*). Soal tugas yang diberikan adalah soal garis singgung persekutuan dua lingkaran sebagai berikut.

Tentukan persamaan garis singgung persekutuan dari dua lingkaran
 $(x - 3)^2 + (y - 4)^2 = 25$ dan
 $4x^2 + 4y^2 + 28x + 20y + 65 = 0$

(Sumber : Rawuh, dkk.1976, hal. 32)

[Catatan: Rawuh, dkk melengkapi soal tersebut dengan kuncinya pada hal. 60 yaitu $x = -2$; $y = -1$; $3x - 12y = 32$ dan $12x - 5y + 49 = 0$]

Soal tersebut termasuk soal pemecahan masalah karena tidak ada pengetahuan atau prosedur yang langsung dapat digunakan untuk menyelesaikannya (Suryadi dan Herman, 2008) dan juga merupakan masalah terbuka karena mempunyai banyak cara dan banyak solusi seperti yang diungkapkan oleh Shimada (1997). Di samping memenuhi kriteria pemecahan masalah dan masalah terbuka, soal tersebut juga merupakan soal yang menuntut kompetensi utuh dalam matematika karena melibatkan kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah.

Soal yang sama juga telah diberikan kepada mahasiswa yang mengambil mata kuliah geometri analitik bidang 2 tahun sebelumnya berturut-turut sebagai tugas. Menurut pengalaman, soal di atas merupakan soal yang sulit diselesaikan oleh mahasiswa karena tidak ada yang mampu menyelesaikan soal tersebut dengan sempurna. Bahkan sebagian besar mahasiswa tidak mencari solusi soal tersebut tetapi hanya menunjukkan bahwa jawaban yang disediakan pada buku benar-benar merupakan solusi soal tersebut. Mereka menunjukkan bahwa jawaban yang disediakan pada buku memenuhi syarat-syarat yang diminta pada soal. Ini tentu bertentangan dengan proses penyelesaian soal.

Dibandingkan dengan pengalaman tahun-tahun sebelumnya, penerapan perkuliahan dengan perangkat berwawasan masalah

terbuka memberikan hasil yang lebih baik. Pada akhir siklus II, soal tugas yang tidak mampu diselesaikan oleh pendahulunya, ternyata mampu diselesaikan oleh 5 orang mahasiswa dengan jawaban yang benar dan lengkap.

4. Pembahasan Hasil

Kompetensi matematika secara utuh meliputi kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah perlu dikuasai oleh mahasiswa dan ditingkatkan seiring pengalaman belajarnya. Meningkatkan kompetensi utuh matematika sangat urgen bagi mahasiswa pendidikan matematika. Hal ini disebabkan karena penguasaan kompetensi utuh matematika menjadi modal dasar dalam menunjang keberhasilan mereka dalam melaksanakan tugas akademiknya nanti pada saat menjadi guru matematika di sekolah.

Peningkatan kompetensi matematika secara utuh terjadi dari siklus I ke siklus II setelah mengalami pembelajaran dengan menggunakan perangkat yang dikembangkan dengan masalah terbuka. Kompetensi komunikasi matematika meningkat sebesar 2,3%, kompetensi representasi sebesar 2,5%, kompetensi penalaran dan bukti sebesar 5,9%, dan kompetensi pemecahan masalah sebesar 4,75%. Kompetensi koneksi relatif tetap karena hanya terjadi perubahan sebesar 0,01%. Di samping itu, peningkatan kompetensi matematika juga terjadi pada penyelesaian tugas matematika yang menurut pengalaman sulit dipecahkan. Terjadinya peningkatan kompetensi utuh matematika dibangun melalui interaksi mereka dengan perangkat perkuliahan dengan masalah terbuka dan interaksi di dalam kelas dengan pertanyaan-pertanyaan terbuka. Penyajian masalah terbuka dan pertanyaan-pertanyaan terbuka menumbuhkan kreativitas berfikir dan berfikir logis. Temuan penelitian menggunakan masalah terbuka dalam pembelajaran sejalan dengan hasil penelitian Sudiarta (2003) yang menyatakan bahwa pendekatan *open-*

ended problem dalam pembelajaran matematika dapat menstimulasi kreativitas berfikir siswa, terutama dalam menginvenisi-reinvenisi, dan mengkonstruksi-rekonstruksi konsep-konsep matematika secara mandiri. Temuan dalam penelitian ini dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan terbuka dapat meningkatkan kreativitas berfikir dan pemecahan masalah sejalan dengan hasil penelitian Foong (2000).

Kompetensi utuh matematika terjadi juga pada penyelesaian tugas yang berkaitan masalah garis singgung masalah terbuka pada masalah garis singgung persekutuan dua lingkaran. Analisis terhadap jawaban yang benar (lihat pada lampiran) menunjukkan kompetensi matematika yang utuh seperti komunikasi matematika yang bagus, koneksi antar materi matematika yang luas (seperti aljabar, kesebangunan, dan perbandingan), menggunakan beragam representasi (gambar, persamaan, dan simbol-simbol matematika), penalaran dan bukti yang kuat dengan menggunakan logika matematika, dan pemecahan masalah yang elegan sesuai dengan solusi yang diminta. Keberhasilan dalam memecahkan masalah ini tentu sesuai dengan pengalaman yang telah mereka peroleh dalam menginvestigasi, mengkomparasi, berdiskusi, berargumentasi, dan berkomunikasi dalam pembelajaran sebelumnya. Hal ini sejalan dengan pentingnya pengalaman dalam menemukan sesuatu dalam proses seperti yang dikemukakan oleh Schoenfeld (1997) "*open-ended problem is useful for experience in finding something new in the process*".

5. Simpulan

Penggunaan perangkat yang dikembangkan dengan masalah terbuka mampu meningkatkan kompetensi utuh matematika seperti kompetensi komunikasi matematika, koneksi, representasi, penalaran dan bukti, dan pemecahan masalah. Kompetensi komunikasi matematika meningkat sebesar 2,3%, kompetensi representasi sebesar 2,5%, kompetensi penalaran dan bukti sebesar 5,9%, dan kompetensi

pemecahan masalah sebesar 4,75%. Kompetensi koneksi relatif tetap karena hanya terjadi perubahan sebesar 0,01%. Di samping itu, peningkatan kompetensi matematika juga terjadi pada penyelesaian tugas matematika yang menurut pengalaman sulit dipecahkan. Pemanfaatan masalah terbuka dalam pembelajaran sangat penting dilakukan karena dapat menumbuhkan kreativitas berfikir dan berfikir logis. Namun, dalam penelitian ini, tidak semua standar matematika sesuai pedoman NCTM dapat ditingkatkan. Perlu pengkajian lebih lanjut dan mendalam untuk menelusuri mengapa kompetensi koneksi belum mampu ditingkatkan.

6. Daftar Pustaka

- Depdiknas. (2005). *Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional
- Depdiknas. (2005). *Kurikulum dan Silabus*. Jakarta : BSNP Departemen Pendidikan Nasional
- Diezmann, Carmel M (2004) Assessing learning from mathematics inquiry: Challenges for students, teachers and researchers. In *Proceedings Mathematical Association of Victoria Conference*, pages 80-85, Melbourne.
- Erman Suherman, dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung : JICA-IMSTEP
- Foong, P. Y. (2000). *Using Short Open Ended Mathematics Question to Promote Thinking and Understanding*, Singapore: NIE
- Gita, I N, dkk. (1999). *Pengembangan Strategi Pengajaran Masalah (Problem posing) dan Counter Examples dalam Pembelajaran Mata Kuliah Kalkulus untuk Memperbaiki Kesalahan Konsepsi Mahasiswa Jurusan P.MIPA STKIP Singaraja*. Laporan penelitian tidak

- diterbitkan. Singaraja. STKIP Singaraja
- Mahayukti, IGA dan Suharta, IGP. (2003). *Pengaruh Penerapan Pendekatan Realistik Terhadap Penalaran dan Komunikasi Pada Siswa SLTP 1 Singaraja*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: IKIP N Singaraja
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston VA
- Parwati, Ni Nyoman. (2003). *Penerapan Model Konstruktivis dalam Perkuliahan Teori Bilangan dalam Rangka Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah*. Jurnal Pendidikan dan Pengajaran edisi mei 2003. Singaraja: IKIP N Singaraja
- Purcell, E. J and Dale Varberg. (1993). *Calculus and Analytic Geometry*. Terjemahan I N Susila, dkk *Kalkulus dan Geometri Analitik jilid 1 dan 2*. Jakarta. Erlangga
- Rawuh, dkk. (1976). *Ilmu Ukur Analitis Teori dan Soal-soal*. Bandung : Penerbit Terate
- Schoenfeld, A. (1997). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in Mathematics*. In: D.A. Grouws(Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp 334-367)*, New York: Macmillan
- Shimada, S. (1997). *The Significance of an open-ended approach*. Dalam J.P Becker & S. Shimada (Eds.) *The open-ended approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Virginia: NCTM
- Soejadi, R. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia Konstataasi Keadaan Masa Kini Harapan Masa Depan*. Jakarta : Dirjen Dikti Depdiknas
- Sudiarta, I G P. (2003). *Pembangunan Konsep Matematika Melalui "Open-Ended Problem": Studi Kasus Pada Sekolah Dasar Elisabeth Osnabrueck Jerman*. Jurnal Pendidikan dan Pengajaran IKIP Negeri Singaraja Edisi Oktober 2003
- Sudiarta, I G P. (2004). *Penerapan pembelajaran Berorientasi Masalah "Open-Ended" berbantuan LKM untuk Meningkatkan pemahaman dan Hasil belajar matematika Mahasiswa pada Mata Kuliah Pengantar Dasar Matematika, Semester ganjil tahun 2004/2005*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: Undiksha
- Suharta, I G P dan Gita, I N. (1999). *Pengembangan Pengajaran Masalah Matematika untuk Meningkatkan kemampuan Pemecahan Masalah Pada Siswa Kelas II SMU 2 Singaraja*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Singaraja: STKIP Singaraja
- Sullivan, P. tt. *The Potential of Open-Ended Mathematics Tasks for Overcoming Barriers to Learning*. Tersedia pada http://www.mega.net.au/documents/_symposium-2Sullivan.pdf. diakses tanggal 29/11/2011
- Suryadi, D dan Herman, T. (2008). *Eksplorasi Matematika: Pembelajaran Pemecahan Masalah*. Bekasi : Karya Duta Wahana