

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KALKULUS VEKTOR
BERDASARKAN MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA
KNISLEY SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KOMPETENSI
MATEMATIKA MAHASISWA**

Endang Dedy, Endang Mulyana, Eyus Sudihartinih
Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung
HP: 08172348003, E-mail: endangdedy@yahoo.com

Abstract

This research is a study of Vector Calculus teaching material development that is designed to activate all parts of students brain in learning process. The purpose of this research is to improve student's understanding on mathematic subject. This teaching material development is based on Knisley's Mathematic Learning Model. The steps in this model of learning are exploration, elaboration, and confirmation activities as guided in learning process standards.

The research method adopted follows a series of research development developmental research) through thought experiments and instruction experimentation. The study begins with an in-depth study theoretically develop the syllabus according to Vector Calculus curriculum structure and the distribution of subjects contained in the curriculum UPI 2010. The next step compile teaching materials presented in print media which comes with interactive computer programs.

Lectures by using teaching materials and student assignments that have been developed following the steps Knisley's Mathematic Learning Model effective in improving student competence in vector calculus. This is presumably because the students have the opportunity to develop ideas collaboratively with peers in completing tasks.

Keywords: Knisley's Mathematic Learning Model, exploration, elaboration, confirmation.

PENDAHULUAN

Pandangan *learning as knowing* menganggap bahwa matematika telah dipahami jika siswa telah mengetahui dan hafal konsep-konsep dan terampil menggunakan suatu prosedur, sehingga pembelajaran yang didasarkan atas pandangan ini hanya menghasilkan siswa dengan pengetahuan ingatan yang terpisah-pisah (*disconnected and memorized knowledge*) disebut pemahaman tingkat permukaan (*surface level*). Pandangan *learning as understanding* berpendapat bahwa seorang siswa telah mengetahui suatu konsep matematika

tidaklah cukup sebelum konsep itu terinternalisasi dan terkait dengan pengetahuan yang telah dimiliki siswa (An, Kulm dan Wu, 2004). Banyak guru yang telah mengetahui berbagai pendekatan pembelajaran yang didasarkan atas *learning as understanding*, tetapi mendapat kesulitan dalam mengembangkan bahan ajar dan memilih media pembelajaran yang efektif serta efisien.

Karena mahasiswa pendidikan matematika sebagai calon guru di sekolah lanjutan, maka paradigma dalam pembelajaran disesuaikan juga dengan paradigma yang dianut dalam

kurikulum 2006 atau sering disebut juga Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Paradigma tersebut, proses pembelajaran untuk mencapai semua kompetensi matematika tersebut menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik dan mata pelajaran melalui aktivitas eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi. Dalam melaksanakan aktivitas tersebut dapat dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, dan menantang, sehingga memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran (Departemen Pendidikan Nasional, 2007). Hal ini sejalan dengan pandangan pembelajaran *learning as understanding*.

Salah satu model pembelajaran yang didasarkan atas *pandangan learning as understanding* adalah Model Pembelajaran Matematika Empat Tahap yang dikembangkan Knisley, selanjutnya disebut Model Pembelajaran Matematika Knisley (MPMK). Model ini dikembangkan atas dasar *Kolb Learning Styles* (KLS) yang menyatakan terdapat empat gaya belajar ketika seseorang mempelajari konsep baru. Keempat gaya belajar itu adalah *kongkrit-reflektif* atau *allegorisasi*, *kongkrit-aktif* atau *integrasi*, *abstraks-*

reflektif atau *analisis*, dan *abstrak-aktif* atau *sintesis* (Knisley, 2003).

Kalkulus Vektor merupakan ilmu dasar yang perlu dikuasai secara lebih luas dan mendalam oleh para mahasiswa, calon guru, atau calon ilmuwan. Karena itu diperlukan upaya pengembangan model belajar yang lebih baik, menarik minat, menumbuhkan motivasi, dan menyenangkan. Salah satu pilihan adalah digunakannya Model Pembelajaran Matematika Empat Tahap yang dikembangkan Knisley dan menghasilkan bahan ajar dengan menggunakan media cetak dan media visual.

Kelebihan dari MPMK adalah memudahkan mengidentifikasi tingkat pemahaman mahasiswa yang telah dicapai ketika pembelajaran sedang berlangsung (Knisley, 2003). Dengan demikian MPMK layak menjadi acuan pengembangan bahan ajar kalkulus vektor di tingkat Perguruan Tinggi.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, secara umum rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana mengembangkan bahan ajar kalkulus vektor berdasarkan model pembelajaran matematika Knisley sebagai upaya

meningkatkan kompetensi matematika mahasiswa?”. Adapun secara khusus rumusan masalah adalah

1. Bagaimana urutan sajian materi ajar kalkulus vektor berdasarkan konsep, aksioma, prinsip, dan prosedur?
2. Bagaimana bahan ajar kalkulus vector dikembangkan untuk meningkatkan kompetensi matematika mahasiswa sesuai dengan MPMK?

TUJUAN PENELITIAN

Kegiatan pembelajaran ini secara umum bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar matematika yang sesuai dengan MPMK sehingga kompetensi matematika mahasiswa meningkat. Tujuan tersebut diperoleh melalui identifikasi kebutuhan dan pengembangan bahan ajar, pemilihan media untuk menyajikan bahan ajar, penerapan bahan ajar, serta evaluasi dan diseminasi produk yang dikembangkan.

Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi kebutuhan dan pengembangan bahan ajar. Dengan demikian tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tersusunnya urutan sajian materi ajar kalkulus vektor berdasarkan konsep, aksioma, prinsip, dan prosedur yang dapat membantu

mengembangkan kompetensi matematika mahasiswa melalui MPMK.

2. Tersusunnya bahan ajar kalkulus yang dapat membantu mengembangkan kompetensi matematika mahasiswa melalui MPMK dalam bentuk handout, lembar aktivitas mahasiswa, dan powerpoint.

KAJIAN TEORITIS

Kompetensi Matematika

Terdapat berbagai kerangka berpikir mengenai pemahaman matematika, Skemp (Even & Tirosh, 2002: 223), membedakan pemahaman matematika dalam dua jenis yaitu pemahaman relasional dan pemahaman instrumental. “*Relational understanding is described as knowing both what to do and why, whereas instrumental understanding entails without reasons*”. Sedangkan Hiebert dan Carpenter (1992) mengklasifikasikan pemahaman matematika secara dikhotomi antara pemahaman prosedural dan pemahaman konseptual.

Tingkat-tingkat pemahaman suatu disiplin ilmu menurut Perkins dan Simmons (1988: 305) terbagi ke dalam empat tingkatan, “*four interlocked levels of knowledge : the content frame,*

the problem-solving frame, the epistemic frame, and the inquiry frame “. Selanjutnya Kinach (2002: 157), merekonstruksi klasifikasi pemahaman dari Skemp untuk memodifikasi *levels of disciplinary understanding* sehingga terdapat lima tingkatan pemahaman yaitu, “ *content, concept, problem solving, epistemic, and inquiry*”t.

Kinach (2002), memodifikasi tingkat pemahaman dari Perkins dan Simmons untuk bidang matematika menjadi enam level pemahaman dengan menguraikan *content frame* menjadi dua tahap pemahaman yaitu *content-level understanding* (tahap pemahaman konten) dan *concept level of disciplinary understanding* (tahap pemahaman konsep). Tahap pemahaman konten terkait dengan kemampuan memberikan contoh-contoh yang benar tentang kosa kata (istilah dan notasi), mengingat fakta-fakta dasar, dan terampil menggunakan algoritma atau mereplikasi strategi berpikir dalam situasi tertentu yang telah diajarkan sebelumnya. Pengetahuan pada tahap ini adalah pengetahuan yang “diterima” siswa, diberikan kepada mereka dalam bentuk informasi atau keterampilan yang terisolasi, bukan diperoleh siswa secara aktif. Pemahaman seperti itu

merupakan pemahaman matematika yang paling dangkal.

Tiga tahap pemahaman berikutnya dari Kinach (2002), yaitu *problem-solving level understanding* (tahap pemahaman pemecahan masalah), *epistemic-level understanding* (tahap pemahaman epistemik) dan *inquiry-level understanding* (tahap pemahaman inkuiri), masing-masing setara dengan masing-masing kerangka tingkat pemahaman dari Perkins dan Simmons yaitu, *problem-solving frame, epistemic frame* dan *inquiry frame*. Tingkat pemahaman pemecahan masalah, diartikan sebagai alat analisis dan metode ilmiah dan pebelajar menggunakannya untuk mengajukan dan memecahkan masalah dan dilema matematika. Ciri dari tingkat pemahaman pemecahan masalah adalah kemampuan berpikir menemukan suatu pola, *working backward* (bekerja mundur), memecahkan suatu masalah yang serupa, mengaplikasikan suatu strategi dalam situasi yang berbeda atau menciptakan representasi matematika ke dalam fenomena fisik atau sosial.

Tingkat pemahaman epistemik, diartikan sebagai memberikan bukti – bukti yang sah dalam matematika, termasuk strategi dalam menguji suatu

pernyataan matematika. Pemahaman pada tingkat epistemik ini menguatkan cara berpikir yang digunakan pada tingkat pemahaman konsep dan pemecahan masalah. Tingkat pemahaman inkuiri, diartikan sebagai menurunkan pengetahuan atau teori yang benar-benar baru, bukan menemukan kembali. Pemahaman inkuiri meliputi keyakinan dan strategi, baik secara umum maupun khusus dalam bekerja untuk memperluas pengetahuan.

Tingkat pemahaman matematika di atas sejalan dengan kompetensi matematika yang dikemukakan oleh Kilpatrick, Swafford, dan Findel (2001) yaitu, *conceptual understanding*, *procedural fluency*, *strategic competence*, *adaptive reasoning*, dan *productive disposition*. Kompetensi *conceptual understanding* dalam kemampuan memahamai konsep-konsep, operasi-operasi, dan relasi-relasi matematika dalam berbagai representasi. Kompetensi ini sejalan dengan mamahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengkomunikasikannya dalam berbagai representasi. Kompetensi *procedural fluency* adalah trampil menggunakan prosedur-prosedur secara fleksibel, akurat, efisien dan tepat. Kompetensi

strategic competence adalah kemampuan merumuskan, merepresentasikan dan memecahkan masalah-masalah matematika. Kompetensi ini termasuk ke dalam tahap pemahaman pemecahan masalah. Kompetensi *adaptive reasoning* adalah menggunakan penalaran pada pola, menyusun generalisasi atau bukti, dalam menjustifikasi pernyataan matematika. Kompetensi *productive disposition* berkorespondensi perubahan sikap ke arah yang lebih positif terhadap kegunaan matematika dalam kehidupan, sehingga ulet dan percaya diri dalam memecahkan masalah.

Model Pembelajaran Matematika Knisley

Model ini dikembangkan Knisley dalam perkuliahan matematika (Kalkulus dan Statistika) untuk mahasiswa tingkat dasar di perguruan tinggi. Model ini mengadopsi gaya-gaya belajar yang termuat dalam teori *experiential learning* yang disusun oleh Kolb (Smith, 2001. Lange, 1996).

Knisley (2003), mengartikan gaya belajar dari Kolb sebagai gaya belajar matematika. Ketika seorang pebelajar melakukan gaya belajar kongkrit-reflektif, pebelajar itu bertindak sebagai

allegorizer. Ketika pebelajar melakukan gaya belajar kongkrit aktif, ia bertindak sebagai integrator, ketika melakukan gaya belajar abstrak-reflektif ia bertindak sebagai analisir, dan ketika melakukan gaya belajar abstrak-aktif ia

bertindak sebagai sintesiser. Korespondensi antara gaya belajar Kolb dan interpretasi Knisley (2003: 3) seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Kolb's Learning Styles in a Mathematical Context

KOLB'S LEARNING STYLES	EQUIVALENT MATHEMATICAL STYLE
Concrete, Reflective	Allegorizer
Concrete, Active	Integrator
Abstract, Reflective	Analyzer
Abstract, Active	Synthesizer

Knisley (2003), mengembangkan model pembelajaran dalam perkuliahan Kalkulus dan Statistika yang mengacu pada model siklus belajar dari Kolb yang disebut pembelajaran matematika empat tahap. Adapun tahap-tahap pembelajaran mengacu kepada istilah gaya belajar yang digunakan Hartman di atas yaitu, kongkrit-reflektif, kongkrit-aktif, abstrak-reflektif, dan abstrak-aktif.

McCarthy (Knisley, 2003), menganjurkan pembelajaran di dalam kelas secara ideal melalui setiap tahap dari empat proses pembelajaran itu. Sementara peranan guru yang didasarkan atas siklus belajar Kolb terdapat paling sedikit empat peranan yang berbeda dari guru matematika. Pada proses tahap kongkrit-reflektif

guru berperan sebagai *storyteller* (pencerita), pada tahap kongkrit-aktif guru berperan sebagai pembimbing dan pemberi motivasi, pada tahap abstrak-reflektif guru berperan sebagai sumber informasi, dan pada tahap abstrak-aktif guru berperan sebagai *coach* (pelatih). Pada tahap kongkrit-reflektif dan tahap abstrak-reflektif guru relatif lebih aktif sebagai pemimpin, sedangkan pada tahap kongkrit-aktif dan abstrak-aktif siswa lebih aktif melakukan eksplorasi dan ekspresi kreatif sementara guru berperan sebagai mentor, pengarah, dan motivator (knisley, 2003). Siklus MPMK sangat menarik, karena tingkat keaktifan siswa dan guru saling

bergantian, tahap pertama dan tahap ketiga guru lebih aktif dari pada siswa, sedangkan pada tahap kedua dan keempat siswa lebih aktif dari pada guru.

MPMK yang memuat aktivitas eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi yang menganut paradigma pembelajaran. Paradigma ini sejalan dengan pandangan *learning as understanding* yang memiliki berbagai keunggulan yaitu, (i) bersifat generatif, (ii) mendukung daya ingat, (iii) mengurangi yang harus diingat, (iv) meningkatkan tranfer, dan (v) mempengaruhi *belief* (pandangan) (Hiebert & Carpenter, 1992).

METODE PENELITIAN

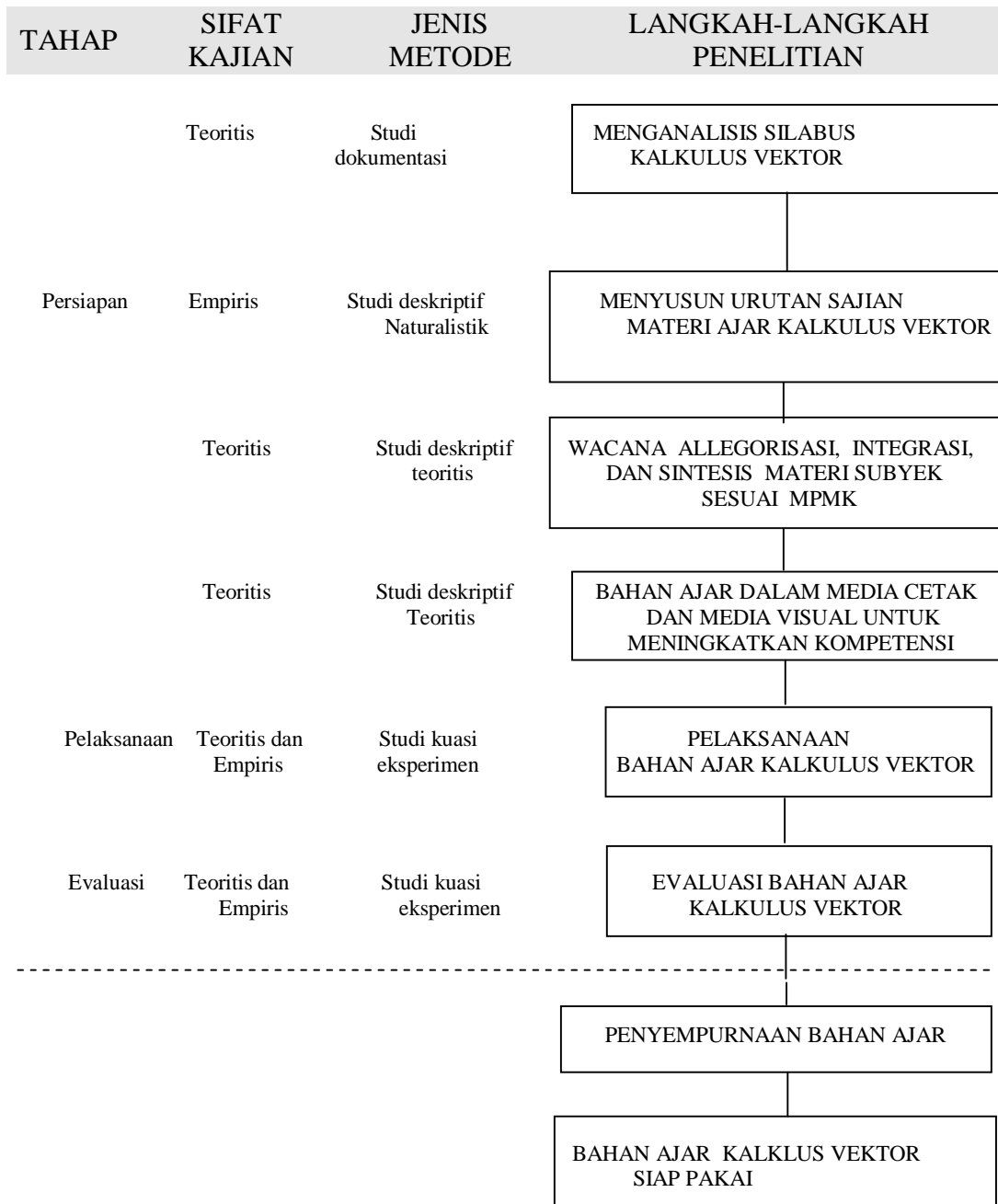
Metode penelitian yang sudah ditempuh mengikuti rangkaian penelitian pengembangan (*developmental research*) melalui *thought experiments* dan *instruction experimentation*. Kegiatan penelitian secara lengkap seperti terlihat dalam Gambar 1.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan sekuen sajian materi dan peta konsep, prinsip dan prosedur

yang dikembangkan, materi perkuliahan Kalkulus Vektor dapat dibagi ke dalam tujuh topik yaitu, (a) fungsi vektor dan operasinya, (b) limit dan kekontinuan fungsi vektor, (c) turunan fungsi vektor, (d) operator diferensial vektor, (e) integral fungsi vektor, (f) integral garis dan teorema Green, (g) integral permukaan, teorema Gauss, dan teorema Stokes.

Dalam mengembangkan bahan ajar yang terstruktur diperlukan sekuen sajian materi yang meliputi konsep, fakta, dan prinsip, sehingga menghasilkan prosedur untuk menyelesaikan permasalahan tertentu dalam suatu topik. Rumus dan prosedur itu tidak muncul begitu saja, tetapi didasari atas konsep yang disepakati para matematikawan, serta fakta-fakta yang ditemukan (ulang) melalui eksplorasi. Berdasarkan analisis berbagai fakta yang ditemukan, keterkaitan antara berbagai fakta memungkinkan munculnya dugaan (konjektur) yang diantaranya dapat dibuktikan sebagai prinsip atau rumus. Proses ini termasuk elaborasi, sedangkan pembuktian rumus secara deduktif termasuk proses konfirmasi



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Mengembangkan bahan ajar yang terstruktur dengan baik dapat dibangun melalui proses eksplorasi, elaborasi dan konfirmasi, diperlukan kajian ulang secara mendalam tentang topik itu.

Berdasar repersonalisasi tersebut, selanjutnya disusun sekuen materi ajar yang diharapkan dapat meningkatkan kompetensi matematika mahasiswa. Dari sekuen materi ajar tersebut dan model

pembelajaran yang digunakan, dikembangkan bahan ajar dan tugas-tugas mahasiswa secara rinci yang disesuaikan dengan tahap-tahap pembelajaran MPMK yaitu kongkrit-reflektif, kongkrit-aktif, abstrak-reflektif, dan abstrak-aktif. Selanjutnya bahan ajar dan tugas mahasiswa yang disesuaikan dengan tahap-tahap pembelajaran MPMK disajikan dalam bentuk Handout, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan media Powerpoint.

Perkuliahan atau pembelajaran dengan menggunakan tugas-tugas yang telah dikembangkan tersebut mendapat respon yang positif dari para mahasiswa. Dengan model perkuliahan MPMK ini para mahasiswa terlihat lebih senang dan lebih terlibat aktif dalam belajar, khususnya mendiskusikan tugas-tugas. Bila mereka mendapat kesulitan tidak canggung untuk bertanya kepada teman maupun dosen. Hal ini sejalan dengan konsep belajar dari Dewey yaitu, proses belajar siswa bukan mengajarkan apa, melainkan bagaimana untuk berpikir. Belajar adalah proses merekonstruksi pengalaman baru dari berdasarkan pengalaman sebelumnya. Jadi, menurut Dewey, dari lahir sampai kematian, manusia mampu selalu belajar dalam

banyak hal, dalam lingkungan apapun, dan setiap saat (Kelly, 2012).

Berdasarkan angket yang disebarakan kepada mahasiswa, profil kegiatan pembelajaran Kalkulus Vektor dengan menggunakan MPMK, para mahasiswa merasakan bahwa: Pembelajaran dengan menggunakan MPMK mendorong mahasiswa aktif dalam belajar, mahasiswa merasa senang pembelajaran dengan menggunakan MPMK, karena terdapat ruang untuk dialog dengan sesama teman maupun dosen diskusi kelompok (sharing) sehingga belajar menjadi lebih efektif. Kesempatan ini membuat suasana belajar lebih cair, tidak tegang dan gugup selama pembelajaran dan menciptakan keberanian mahasiswa dalam mengemukakan pendapat. Situasi pembelajaran tersebut berakibat pada peningkatan pemahaman mahasiswa atas konsep, fakta, dan prinsip, dan pemahaman yang lebih baik ini, mendorong mahasiswa lebih tertantang dan rajin dalam menyelesaikan persoalan yang diberikan, sehingga kompetensi matematika mereka dalam kalkulus vektor meningkat.

Pembelajaran dalam kalkulus vektor dengan menggunakan MPMK, merupakan sesuatu hal yang baru, juga

dalam perkuliahan mata kuliah matematika lainnya. Model perkuliahan seperti ini dirasakan mereka sebagai pengalaman belajar yang baru dan berbeda, sehingga diperlukan waktu bagi mereka untuk beradaptasi. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa mahasiswa pada tahap *Kongkrit-reflektif* mengalami kesulitan dalam memahami dan menyatakan arti geometri dari definisi yang diberikan. Pada tahap *Kongkrit-aktif*, beberapa mahasiswa kesulitan dalam memberikan contoh penggunaan definisi, dan menduga suatu sifat yang diperoleh dari penggunaan definisi tersebut. Sedangkan pada tahap *Abstrak-reflektif*, beberapa mahasiswa kesulitan dalam membuktikan teorema dengan menggunakan definisi sebelumnya.

Kelemahan mahasiswa dalam pemaknaan geometri atas definisi (konsep), referensi pola pembuktian teorema, serta mengembangkan strategi dalam memecahkan masalah, diduga karena mereka belum terbiasa atau kurang diberikan ruang untuk mengembangkan gagasan-gagasannya sendiri, khususnya merepresentasikan konsep dalam bentuk yang lebih visual (misal, grafik). Salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan lebih memperkaya representasi baik konsep,

fakta maupun prinsip yang lebih visual. Pembiasaan pembelajaran cenderung konstruktivis, akan lebih cepat bila dilakukan bersama-sama melalui perkuliahan matematika lainnya.

KESIMPULAN DAN

REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan urutan sajian dan peta konsep, prinsip dan prosedur yang dikembangkan, materi perkuliahan Kalkulus Vektor dapat dibagi ke dalam tujuh topik yaitu, (a) fungsi vektor dan operasinya, (b) limit dan kekontinuan fungsi vektor, (c) turunan fungsi vektor, (d) operator diferensial vektor, (e) integral fungsi vektor, (f) integral garis dan teorema Green, (g) integral permukaan, teorema Gauss, dan teorema Stokes. Bahan ajar ini dituangkan dalam bentuk hand-out, lembar kerja mahasiswa, dan powerpoint.
2. Perkuliahan dengan menggunakan bahan ajar dan tugas-tugas mahasiswa yang telah dikembangkan mengikuti tahapan MPMK cukup efektif dalam meningkatkan

kompetensi mahasiswa dalam kalkulus vektor.

<http://www.bsnp-indonesia.org/standards-proses.php>.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diajukan rekomendasi berikut.

1. Memperkaya representasi geometri dari setiap definisi (konsep) dari bahan ajar Kalkulus Vektor, serta mengelompokkan pola pembuktian teorema-teorema serta memperkaya berbagai masalah aplikasi.
2. Mengembangkan bahan ajar mata kuliah materi matematika lainnya serta menyajikannya menurut model perkuliahan MPMK.

DAFTAR PUSTAKA

An, S., Kulm, G., dan Wu, Z. (2004). The Pedagogical Content Knowledge of Middle School Mathematics Teachers in China and The U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 145-172.

Departemen Pendidikan Nasional (2007). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 41 Tahun 2007 tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah* [Online]. Tersedia:

Even, R. dan Tirosh, D. (2002). Teacher Knowledge and Understanding of Students' Mathematical Learning. Dalam L. D. English (Ed.) *Handbook of International Research in Mathematics Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Hiebert, J. & Carpenter P. T. (1992). Learning and Teaching with Understanding. Dalam D. A. Grouws (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. (h. 65–100). New York: Macmillan Publishing Company.

Kelly, S. N. (2012). John Dewey and James Mursell: Progressive educators for contemporary music education. *Visions of Research in Music Education*, 21. Retrieved from <http://www.rider.edu/~vrme>

Kilpatrick, J., Swafford, J., dan Findel, B. (2001). *Adding + It Up Helping*

Children Learn Mathematics.
Washington, DC: National
Academy Press.

Math, and Programming. Review
of Educational Research,
Vol. 58, No. 3 (Autumn, 1988),
303-326.

Kinach, M., B. (2002). Understanding
and Learning to Explain by
Representing Mathematics:
Epistemological Dilemmas Facing
Teacher Educators in the
Secondary Mathematics "Method"
Course.
*Journal of Mathematics Teacher
Education*, 5, 153-186.

Smith, D., A. (2001). The
Active/Interactive Classroom.
Dalam D. Holton (Ed.) *The
Teaching and Learning of
Mathematics at University Level.*
Dordrecht: Kluwer Academic
Publishers.

Knisley, J. (2003). A Four-Stage Model
of Mathematical Learning. Dalam
Mathematics Educator [Online],
Vol 12 (1) 10 halaman. Tersedia:
[http://Wilson
Coe.uga.edu/DEPT/TME/Issues/v1
2n1/3knisley.HTML](http://WilsonCoe.uga.edu/DEPT/TME/Issues/v12n1/3knisley.HTML).

Lange, J., de (1996). Using and
Applyaing Mathematics in
Education. Dalam A. J.Bishop
(Ed.) *International Handbook of
Mathematics Education*. Dordrecht
: Kluwer Academics Publihers.

Perkins, D. N. & Simmons, R. (1988).
Patterns of Misunderstanding: An
Inte-grative Model for Science,