

MENINGKATKAN KEMAMPUAN GENERIK FISIKA PADA MAHASISWA CALON GURU MELALUI PEMBELAJARAN FISIKA DASAR YANG TERINTEGRASI DAN BERBASIS INKUIRI

Oleh

Ida Kaniawati

Jurusan Pendidikan Fisika
FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Artikel ini merupakan sebuah hasil penelitian quasi experiment terhadap mahasiswa calon guru fisika yang sedang mengikuti perkuliahan Fisika Dasar I. Model pembelajaran yang diterapkan adalah berbasis inkuiri yang dilaksanakan secara terintegrasi antara kuliah dan praktikum. Tujuan dari penerapan model pembelajaran tersebut adalah untuk meningkatkan kemampuan generik fisika pada mahasiswa calon guru. Kemampuan Generik fisika yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang diterapkan adalah kemampuan membangun konsep, kemampuan pengamatan langsung, kemampuan penggunaan bahasa simbolis dan kemampuan inferensi logika. Berdasarkan analisis gain ternormalisasi (0,75), pembelajaran yang diterapkan dapat secara efektif meningkatkan Kemampuan Generik Fisika yang dikembangkan. Respon mahasiswa terhadap pembelajaran yang diterapkan menunjukkan respon positif dalam hal proses pembelajaran bagi calon guru bahan ajar yang digunakan dan dapat meningkatkan motivasi belajar fisika. Hasil observasi menunjukkan bahwa melalui pembelajaran yang diterapkan baik dalam aspek kesiapan dan partisipasi mahasiswa, respon dalam menyelesaikan tugas dan kegairahan mengikuti perkuliahan menunjukkan pada katagori baik. Sedangkan faktor waktu masih belum menunjukkan efisiensi yang baik. Hal ini merupakan kendala yang dihadapi sehingga perlu dipikirkan bagaimana strategi yang harus dilakukan untuk mengefisienkan waktu tetapi tujuan pembelajaran tetap tercapai.

Kata kunci: Kemampuan Generik Fisika, Model Pembelajaran Berbasis Inkuiri, Perkuliahan Terintegrasi, Pembelajaran bagi Calon Guru.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Salah satu penyebab rendahnya hasil pendidikan adalah kualitas guru yang rendah. Seperti yang diungkapkan oleh Sidi (2000) bahwa guru sebagai ujung tombak dalam melaksanakan misi pendidikan di lapangan merupakan faktor sangat penting dalam mewujudkan sistem pendidikan yang bermutu dan efisien. Hasil

studi evaluasi berskala nasional menunjukkan bahwa kemampuan guru SLTP dan SMU dalam memahami aspek-aspek kurikulum 1994 dinilai secara rata-rata masih rendah (Dikmenum, 1998). Hal ini sesuai dengan temuan penelitian tentang kompetensi profesional guru IPA yang disampaikan dalam rakernas Depdiknas 1997 adalah: 1) penguasaan guru terhadap materi pelajaran IPA tergolong rendah, 2) pengetahuan guru tentang metode mengajar belum memadai, 3) pemahaman terhadap aspek-aspek kurikulum 1994 dinilai secara rata-rata masih rendah. Kenyataan ini menunjukkan bahwa kualitas guru masih belum memadai.

Demikian pula menurut hasil studi pengembangan akreditasi Guru SMA tahun 1998/1999 menunjukkan bahwa: pemahaman guru terhadap materi kurikulum sangat variatif antara 54% dan 80%; guru yang menunjukkan tingkat penguasaan bahan ajar sesuai dengan yang diharapkan kurang dari 30 %. Dilihat dari pembelajaran yang diterapkan oleh guru di lapangan terdapat kecenderungan bahwa proses belajar mengajar di kelas berlangsung secara klasikal dan hanya bergantung pada buku teks dengan metode pengajaran yang menitikberatkan proses menghafal daripada pemahaman konsep. Pengembangan keterampilan proses pada siswa sangat jarang dilakukan. Guru kurang mampu melakukan praktek pengajaran yang mengarah pada keterampilan proses (Zamroni, 2002).

Rendahnya kualitas guru tersebut merupakan salah satu faktor perlunya penataan pada pendidikan guru. Seperti yang dikemukakan oleh Sidi (2000) bahwa untuk menghasilkan guru berkualitas seyogianya menjadi tantangan mendasar bagi lembaga penghasil guru. Penyelenggaraan program pendidikan guru harus didasarkan pada perencanaan yang cermat tentang kebutuhan lapangan akan tenaga guru sesuai keahlian, mutu dan sebarannya.

Demikian pula menurut laporan evaluasi kurikulum LPTK 1996/1997, belum terlihat adanya pemikiran bahwa lulusan perlu dibekali dengan kemampuan mengembangkan diri secara mandiri setelah meninggalkan LPTK terutama dalam menghadapi tugas-tugas baru. Ditinjau dari cakupan materi kurikulum kependidikan dan proses pembelajaran pada umumnya di PMIPA-LPTK, masih adanya kesenjangan antara : (1) tingkatan konsep yang dipelajari di LPTK dengan materi yang diajarkan di SMU, (2) teori-teori yang dipelajari di LPTK dengan penerapannya dalam proses pembelajaran di SMU (Tim Basic Science, 1997: 8, 19).

Karim (2000) juga menyatakan bahwa umumnya mahasiswa TPB mengalami masalah serius dalam (a) memahami konsep-konsep Fisika; (b) membaca grafik dan menafsirkannya; (c) menginterpretasikan persamaan matematika yang merepresen-tasikan hubungan antara besaran; (d) membaca data; dan (e) mengkaitkan suatu konsep dengan konsep lainnya. Berdasarkan data dari Jurusan Pendidikan Fisika bahwa Nilai kelulusan matakuliah Fisika Dasar yang

memperoleh nilai D dan E dari tahun 2000/2001 sampai dengan tahun 2003/2004 berturut-turut 38%, 31%, 26% dan 34%.

Latar belakang permasalahan di atas menunjukkan perlu adanya upaya memperbaiki proses belajar mengajar yang meningkatkan pengetahuan guru dalam materi subjek. Materi subjek adalah komponen yang esensial dari pengetahuan guru. Dalam kurikulum Perguruan Tinggi Kependidikan, pengetahuan materi subjek fisika dikelompokkan dalam mata kuliah Fisika Dasar dan Fisika lanjut. Menurut McDermott (1990), perkuliahan Fisika Dasar paling banyak dirasakan manfaatnya oleh guru ketika mengajar karena isinya mirip dengan fisika sekolah menengah. Melalui Fisika Dasar dapat dilakukan upaya pengkajian konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika sekolah secara lebih mendalam. Walaupun demikian isi fisika dasar yang ada belum seluruhnya cocok untuk calon guru. Selain itu mata kuliah Fisika Dasar merupakan jembatan dan landasan pengetahuan fisika untuk mempelajari fisika lebih lanjut. Oleh karena itu perlu dicari cara membekali calon guru dengan pengetahuan fisika, khususnya fisika dasar.

Berdasarkan wawancara dengan empat orang dosen pemegang matakuliah Fisika Dasar di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI dan 10 orang mahasiswa tingkat I dan tingkat II Jurusan Pendidikan Fisika UPI serta berdasarkan hasil observasi terhadap proses perkuliahan, praktikum dan responsi Fisika Dasar, terungkap beberapa karakteristik pembelajaran Fisika Dasar sebagai berikut :

1. Sistem perkuliahan Fisika Dasar terdiri dari Kuliah besar dengan rasio 1:139 orang selama 3 x 50 menit, praktikum dengan rasio 1:35 orang selama 3 x 50 menit dan responsi 1: 35 orang selama 2 x 50 menit.
2. Metode pembelajaran yang digunakan ceramah. Dalam proses pembelajaran lebih bersifat Teacher Centered. Dosen kurang melibatkan mahasiswa dalam proses membangun konsep, menurunkan persamaan matematika, dan menggambar grafik.
3. Materi perkuliahan cukup padat hal ini dirasakan oleh dosen juga mahasiswa, sehingga dalam proses perkuliahan dosen berorientasi pada menuntaskan materi berdasarkan buku teks atau kurikulum tanpa menghiraukan pemahaman dan kemampuan berpikir mahasiswa. Setiap pertemuan dosen memberikan tugas kepada mahasiswa untuk mengerjakan soal 40-70 soal dari buku teks.
4. Pada perkuliahan Fisika Dasar, pada umumnya langsung membahas materi tanpa mengkaitkan konsep-konsep yang diperoleh di SMA. Tidak ada upaya untuk memahami dan menanggulangi miskonsepsi yang mungkin dialami oleh mahasiswa.
5. Hampir tidak ada pembelajaran konsep-konsep yang berangkat dari pengalaman langsung lewat penelitian di laboratorium.
6. Kegiatan praktikum terpisah dengan kuliah tanpa ada koordinasi satu sama lain. Praktikum yang digelar sebanyak enam topik. Jumlah mahasiswa tiap kelompok 2-3 orang. Praktikum dirasakan sebagai kegiatan yang hanya

sekedar untuk memenuhi tugas saja sehingga dirasakan kurang manfaatnya. Petunjuk praktikum yang begitu rinci tanpa memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menggali pengetahuan fisika maupun keterampilan-keterampilan proses sains melalui kegiatan ini.

7. Kegiatan Responsi berisikan pembahasan soal-soal yang dirasakan sulit oleh mahasiswa. Dosen menjelaskan jawaban secara lengkap di papan tulis dan mahasiswa mencatatnya. Tidak ada proses pemecahan masalah yang sistematis yang dapat melibatkan mahasiswa.

Berdasarkan pembelajaran yang diterapkan bagi calon guru seperti yang terungkap diatas, maka diperlukan suatu upaya untuk memperbaiki proses pembelajaran kearah pembekalan Kemampuan Generik Fisika yang dapat dijadikan pengalaman belajar yang bermanfaat bagi calon guru. Berkaitan dengan upaya meningkatkan penguasaan calon guru terhadap materi fisika itulah penelitian ini dilakukan dengan masalah utama sebagai berikut "Bagaimana membekali mahasiswa calon guru dengan Kemampuan Generik Fisika melalui matakuliah Fisika Dasar ?"

Selanjutnya, untuk menentukan langkah-langkah penelitian agar lebih operasional maka masalah penelitian di atas diuraikan menjadi sub-sub masalah sebagai berikut.

1. Kemampuan Generik Fisika apakah yang dapat dikembangkan dari topik-topik Fisika Dasar I melalui penerapan model pembelajaran yang bertolak dari kemampuan fisika?
2. Bagaimanakah tanggapan mahasiswa tentang model pembelajaran Fisika Dasar I yang bertolak pada Kemampuan Generik Fisika?
3. Bagaimanakah tanggapan dosen (observer) tentang model pembelajaran fisika dasar I yang diterapkan?
4. Kendala-kendala apakah yang dijumpai dalam mewujudkan Kemampuan Generik Fisika melalui model pembelajaran yang bertolak pada kemampuan fisika?

2. Pembatasan Masalah

Untuk menjawab pertanyaan di atas, dalam penelitian ini mengembangkan model pembelajaran yang dapat membekali Kemampuan Generik Fisika bagi calon guru yang meliputi tujuan pembelajaran, bahan ajar, metode & pendekatan, media dan penilaian. Program perkuliahan ini hanya dibatasi pada matakuliah Fisika Dasar I yang meliputi topik-topik kinematika partikel. Kemampuan Generik Fisika yang dapat dikembangkan melalui topik-topik tersebut adalah: *a) Memahami fakta-fakta, konsep-konsep fundamental, dan prinsip-prinsip penting dalam fisika serta representasi formalnya, dan menerapkannya secara fleksibel, b)*

Menguasai cara berpikir dan penalaran fisika yang mendasari pengembangan dan penerapan konsep-konsep dan representasi formalnya.

Kemampuan-kemampuan ini secara operasional meliputi : (1) membangun konsep melalui pengamatan langsung maupun tidak langsung, (2) Penggunaan bahasa simbolik, (3) Inferensi Logika.

3. Tujuan Penelitian

Bertolak dari latar belakang masalah dan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Menemukan Kemampuan Generik Fisika yang dapat dikembangkan dari topik-topik kinematika partikel. Mengetahui efektifitas pembelajaran yang berorientasi pada kemampuan fisika.
2. Mengetahui respon dari mahasiswa dan dosen tentang pembelajaran yang diterapkan.
3. Menemukan kendala-kendala yang terjadi dalam penerapan model pembelajaran Fisika Dasar yang bertolak dari Kemampuan Generik Fisika dalam mengembangkan kemampuan fisika dari topik-topik Fisika Dasar I.
4. Menemukan keunggulan dan keterbatasan model pembelajaran yang bertolak dari Kemampuan Generik Fisika dalam mengembangkan kemampuan fisika dari topik-topik Fisika dasar I.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pendidikan Calon Guru

Di dalam Kurikulum Universitas Pendidikan Indonesia (2002) dikemukakan salah satu tujuan kurikulum adalah mengembangkan sikap dan wawasan sebagai guru, pengajar dan tenaga kependidikan yang profesional. Lebih rinci diuraikan dalam Kurikulum Pendidikan MIPA LPTK Program S-1 (Dirjen Dikti: 1990) bahwa tujuan Pendidikan MIPA di LPTK adalah untuk menghasilkan calon guru MIPA/Fisika yang menguasai pengetahuan dasar mengenai ilmu yang akan diajarkannya secara komprehensif, mantap, dan cukup mendalam sehingga para lulusan dapat mengembangkan dan menyesuaikan diri terhadap berbagai situasi dan perubahan yang terjadi di tempat tugasnya. Berdasarkan tujuan tersebut maka calon guru tidak hanya memiliki dan menguasai pengetahuan tapi juga memiliki kemampuan adaptive terhadap perubahan yang terjadi di lapangan.

National Science Teacher Association (1998) mengemukakan Standards for Science Teacher Preparation meliputi content, Nature of Science, Inquiry, dan Context of Science. Standars for Science Teacher Preparation: Content. Program

yang mempersiapkan calon guru untuk membangun dan menginterpretasi konsep, ide dan hubungan dalam IPA yang dibutuhkan untuk membelajarkan siswa. *Standards for Science Teacher Preparation: Nature of Science*. Program yang menyiapkan guru untuk dapat mendorong siswa dalam aktifitas mendefinisikan nilai, keyakinan dan asumsi yang inheren untuk menciptakan pengetahuan melalui komunitas ilmiah, dan *contrast science* melalui cara lain untuk mengetahuinya. *Standards for Science Teacher Preparation : Inquiry*. Program yang menyiapkan calon guru agar mendorong siswa secara reguler dan efektif dalam inkuiri ilmiah dan memfasilitasi pemahaman akan tahapan dalam berinkuiri dalam mengembangkan pengetahuan IPA. Inkuiri meliputi mempertanyakan dan memformulasi masalah, merefleksi dan mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan data, kolaborasi dan saling tukar informasi saat mencari solusi, mengembangkan konsep dan hubungan antar konsep berdasarkan pengalaman empiris. *Standards for Science Teacher Preparation : Context of Science*. Program yang menyiapkan calon guru untuk menghubungkan IPA dengan kehidupan sehari-hari dan hal-hal yang menarik bagi siswa dan untuk membuka kerangka berfikir dan pemahamannya.

Berdasarkan tujuan pendidikan guru dan standar tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa calon guru harus disiapkan dengan optimal agar dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Serta diperlukan suatu standard yang disepakati melalui indikator-indikator yang menunjukkan apakah standar tersebut dapat dipenuhi. Keempat aspek standard di atas yaitu *content*, *Nature of Science*, *Inquiry* dan *context of science* sangat berkaitan dengan hakikat fisika yang harus dipahami oleh calon guru.

2. Hakikat Fisika

Fisika adalah suatu disiplin yang membutuhkan banyak observasi fenomena, pengukuran yang tepat, interaksi yang luas dengan peralatan, eksperimen yang luas dan mendalam, serta interpretasi dan prediksi yang tepat (Renner, 1976). Renner juga menyatakan bahwa fisika adalah disiplin yang berupaya menjelaskan fenomena alam dan pengalaman apa yang perlu diselidiki bagi pertumbuhan intelektual. Dalam menyediakan pengalaman itu siswa harus berinteraksi dengan materi pelajaran.

Fisika adalah ilmu eksperimen. Para ahli fisika mengamati fenomena alam dan mencoba untuk menemukan pola dan prinsip-prinsip yang berhubungan dengan gejala tersebut. Model-model atau pola-pola tersebut disebut dengan teori fisika, atau prinsip ataupun hukum-hukum. Pengembangan teori dalam fisika seperti yang dikatakan Galileo selalu dimulai dari observasi atau eksperimen dan berakhir dengan observasi atau eksperimen. Fisika bukanlah fakta dan prinsip-

prinsip saja, tetapi merupakan proses bagaimana orang sampai pada prinsip-prinsip umum yang menggambarkan perilaku fisik alam semesta.

Di perguruan tinggi baik di LPTK maupun fakultas sains murni pengajaran fisika dijabarkan dalam beberapa siklus. Fisika dasar berada pada siklus pertama yang pada umumnya diajarkan di tahun pertama. Fisika dasar merupakan landasan bagi tingkat-tingkat fisika berikutnya. Kedalaman dan keluasan materinya merupakan kelanjutan dan pematapan fisika di sekolah menengah.

Kegiatan dalam fisika bukan hanya kegiatan berpikir, melainkan juga kegiatan fisik berupa pengukuran, merancang serta melakukan berbagai percobaan, dan menginterpretasi hasil-hasilnya. Kegiatan inilah yang biasa dikenal dengan kegiatan laboratorium. Suprpto (2000:1) mengemukakan salah satu alasan mengapa fisika diajarkan di pendidikan tinggi karena fisika dipandang sebagai suatu disiplin kerja yang dapat menghasilkan sejumlah kemahiran generik untuk bekal bekerja di berbagai profesi yang lebih luas.

3. Kemampuan Generik Fisika yang harus dikuasai oleh Guru Fisika

Berdasarkan National Science Education Standards (National Research Council, 1996), kemampuan yang harus dimiliki oleh calon guru Fisika adalah :

- Memahami hakikat inquiri ilmiah dan peran sentralnya dalam IPA, serta bagaimana menggunakan keterampilan-keterampilan dan proses-proses inquiri ilmiah.
- Memahami fakta-fakta fundamental dan konsep-konsep utama dalam disiplin IPA.
- Dapat membuat jalinan konseptual dalam disiplin IPA sendiri maupun antara disiplin IPA dan disiplin lainnya seperti matematika, teknologi dan sosial.
- Menggunakan pemahaman dan kemampuan ilmiah bila berhadapan dengan isu personal dan sosial.

Senada dengan McDermott (1990) mengemukakan bahwa kemampuan-kemampuan yang harus dimiliki oleh guru IPA adalah sebagai berikut :

- Guru harus mengembangkan kemampuan penalaran kualitatif dan kuantitatif. (Kemampuan menginterpretasikan representasi ilmiah seperti grafik, diagram dan persamaan-persamaan).
- Guru harus dapat memecahkan persoalan-persoalan yang terdapat dalam buku teks tertentu. Pemecahan persoalan ini bukan hanya menekankan manipulasi matematikanya tetapi yang tak kalah penting adalah pada penalaran kualitatif.
- Pemahaman proses-proses ilmiah haruslah menjadi tujuan intelektual yang penting dalam kuliah bagi calon guru. Cara yang efektif untuk menyediakan pengalaman tersebut adalah dengan memberikan kesempatan pada calon guru

untuk membangun model-model ilmiah dari pengamatannya sendiri. Calon guru harus melalui proses tersebut tahap demi tahap mulai dari pengamatan, menggambarkan inferensi, mengidentifikasi asumsi sampai kepada menguji dan memodifikasi hipotesis.

- Calon guru harus dapat mengungkapkan pikiran mereka dengan jelas. Mereka harus dapat membedakan kata-kata atau istilah teknik dengan pengertian sehari-hari.
- Guru harus mengantisipasi kesulitan-kesulitan konseptual umum yang dialami siswa dalam belajar fisika.
- Guru harus menguasai cara berpikir seorang ilmuwan yaitu menginterpretasikan konsep-konsep atau prinsip-prinsip fisika, mengorganisasikan pengetahuan fisika dan menata pengetahuan fisika secara efektif.

Menurut Suprpto (2000:7) kemampuan yang dapat ditumbuhkan dalam pembelajaran fisika adalah :

- *Pengamatan langsung* adalah mengamati objek secara langsung. Misalnya saat mengamati perubahan posisi benda terhadap waktu, mengamati perubahan panjang logam karena dipanaskan, mengamati perubahan suhu zat karena dipanaskan. Aspek pendidikan yang amat penting adalah melatih kejujuran, kesadaran akan batas-batas ketelitian sehingga penggunaan teori kesalahan dalam pengukuran merupakan aspek penting dalam pengamatan langsung.
- *Pengamatan tidak langsung* adalah pengamatan terhadap objek-objek yang tak dapat dilihat atau didengar, atau dicium. Misalnya pengukuran terhadap percepatan gravitasi bumi, pengukuran terhadap gejala radioaktivitas dan lain-lain.
- *Bahasa simbolik*. Tidak seluruhnya gejala-gejala alam dapat diungkapkan dengan bahasa sehari-hari khususnya yang diungkapkan secara kuantitatif. Sifat kuantitatif dari gejala memerlukan pengungkapan secara simbolik. Misalnya gerak benda dalam mekanika, termodinamika dan elektrodinamika diungkapkan dalam persamaan diferensial.
- *Inferensi Logika*. Matematika merupakan bahasa hukum alam dalam bentuk matematika, ilmuwan dapat menggali konsekuensi-konsekuensi logis semata-mata lewat inferensi logika. Hasil-hasil inferensi logika dapat dibuktikan secara meyakinkan melalui percobaan-percobaan.
- *Membangun konsep*. Tidak semua gejala alam dapat dipahami dengan menggunakan bahasa sehari-hari. Untuk itu perlu dibangun suatu pengertian yang disebut konsep. Misalnya konsep energi, konsep entropi, konsep momentum, konsep gaya dan sebagainya. Guru perlu memahami definisi operasional dari konsep-konsep dan membedakannya dengan pengertian sehari-hari (McDermott, 1990).

Bertolak dari uraian di atas dapat dirangkum Kemampuan Generik Fisika yang harus dikuasai oleh calon guru seperti di bawah ini.

- a. Memahami fakta-fakta, konsep-konsep fundamental, dan prinsip-prinsip penting dalam fisika serta representasi formalnya, dan menerapkannya secara fleksibel.
- b. Menguasai cara berpikir dan penalaran fisika yang mendasari pengembangan dan penerapan konsep-konsep dan representasi formalnya.

Kemampuan-kemampuan ini secara operasional meliputi : membangun dan menginterpretasikan konsep dan representasi ilmiah (seperti grafik, diagram, persamaan, dan representasi lainnya), melakukan proses-proses ilmiah melalui pengamatan langsung maupun tidak langsung (observasi, inferensi, membuat asumsi, merumuskan dan menguji hipotesis), Penggunaan bahasa simbolik, Inferensi Logika.

4. Karakteristik Pembelajaran Fisika Dasar Bagi Calon Guru

a). Tujuan Pembelajaran

Menurut McDermott (1990) dalam rumusan tujuan-tujuan intelektual pembelajaran harus mengandung kemampuan-kemampuan yang dimiliki oleh guru fisika yaitu: memahami dengan sempurna konsep-konsep penting dan representasi formalnya secara mendalam juga mampu melakukan penalaran yang mendasari pengembangan dan penerapan konsep-konsep maupun representasi tersebut. Kemampuan ini merupakan dasar utama bagi pengajaran efektif. Senada dengan McDermott, Reif (1995) mengungkapkan bahwa materi yang dipelajari tidak perlu banyak tetapi mengandung topik-topik penting yang esensial. Calon guru sebaiknya mampu menerapkan topik-topik penting tadi secara fleksibel. Reif juga mengemukakan kemampuan dasar yang harus dimiliki adalah kemampuan menginterpretasikan konsep dan prinsip, mendeskripsikan pengetahuan fisika, dan mengorganisasikan pengetahuan fisika secara efektif.

Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran Fisika bagi calon guru adalah membantu calon guru untuk memahami dengan sempurna konsep-konsep penting dan representasi formalnya secara mendalam, mampu melakukan penalaran yang mendasari pengembangan dan penerapan konsep-konsep juga menggunakannya secara fleksibel untuk memprediksi dan menjelaskan berbagai fenomena fisis dan memfungsikannya dalam konteks kompleks melalui **pembelajaran berbasis inkuiri**. (McDermott, 2000; National Science Education Standards, 1996; Reif (1995)).

b). Proses Pembelajaran Fisika Bagi Calon Guru

Seorang guru IPA diharapkan mengajarkan IPA di sekolah sesuai dengan hakikat IPA (nature of science). Untuk dapat melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran IPA yang mencerminkan hakikat IPA, seorang guru harus pernah belajar IPA yang mencerminkan hakikat IPA. Ini berarti pendidikan guru harus merancang kuliah-kuliah IPA berbasis penelitian yang memberikan kesempatan pada calon guru mengadakan kontak langsung dengan fenomena alam, mengumpulkan dan menginterpretasi data, menggunakan teknologi yang tepat, terlibat dalam kerja kelompok dan permasalahan-permasalahan terbuka. (National Science Education Standards, 1996).

Berdasarkan kajian literatur (National Science Education Standards (1996), Craven (2001), McDermott (1990 dan 2000) bahwa proses pembelajaran bagi calon guru fisika memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Proses pembelajaran berbasis inkuiri melibatkan calon guru dalam menyelidiki fenomena secara aktif dan ilmiah seperti : menggunakan peralatan laboratorium, mengobservasi, mengumpulkan, menyeleksi dan mengkategorikan data, merumuskan hipotesis dan menguji hipotesis membuat kesimpulan dan merumuskan masalah berikutnya untuk membangun konsep. Hands-on laboratory investigation yang dipandu oleh pertanyaan yang tepat dapat membantu mengadopsi pembentukan konsep-konsep. Topik-topik baru haruslah dimulai dengan memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian open-ended di laboratorium, yang menjadikan calon guru akrab dengan fenomena-fenomena yang dipelajari.
- Dosen memberikan pertanyaan-pertanyaan yang dirancang untuk membantu calon guru berpikir kritis mengenai materi yang dipelajari, dan membangkitkan kemampuan calon guru untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan produktif. Pembelajaran ditujukan pada isu-isu, kejadian-kejadian, masalah-masalah, atau topik-topik esensial dalam sains dan menarik bagi peserta didik.
- Dosen memberi kesempatan kepada mahasiswa melakukan kolaborasi untuk bekerja sama, dan membagi tanggungjawab diantara teman mereka.
- Pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan berpikir mahasiswa adalah pembelajaran yang menampilkan concrete representations, multiple representations of process, dan multiple exposures to concepts.
- Membantu mahasiswa belajar untuk berpikir fisika, belajar bagaimana cara belajar dan belajar untuk menumbuhkan keterampilan berkomunikasi baik secara verbal maupun tertulis, berpikir kritis, problem solving dan belajar sepanjang hayat.
- Memperkenalkan guru pada literatur-literatur ilmiah, media, dan sumber-sumber teknologi yang dapat memperluas pengetahuan sains dan kemampuan mengakses pengetahuan yang mutakhir.

praktikum. Tugas-tugas tersebut dapat berupa membaca literatur; membuat rangkuman konsep-konsep dari suatu pokok bahasan yang belum dibicarakan; praktikum di rumah dan proyek sederhana. Tugas mandiri juga digunakan sebagai pengayaan bagi mahasiswa yang dapat menuntaskan kemampuan fisika lebih cepat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kuasi eksperimen dengan desain one group pretest-posttest. Subjek penelitian adalah mahasiswa calon guru semester I Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang mengontrak matakuliah Fisika Dasar I Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI sebanyak 30 orang. Teknik pengambilan data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa skor Kemampuan Generik Fisika yang diperoleh oleh mahasiswa calon guru dalam pembelajaran Fisika Dasar I, baik dalam pre-test maupun post-test. Data kuantitatif juga meliputi nilai praktikum, nilai aktifitas dan tugas-tugas. Skor Kemampuan Generik Fisika tersebut di analisis untuk melihat peningkatan kemampuan fisika sebelum pembelajaran diterapkan dibandingkan dengan sesudah diterapkan, selain itu juga dapat melihat peningkatan kemampuan selama proses pembelajaran berlangsung.

Data kualitatif berupa rekaman video camera, catatan-catatan harian peneliti yang menggambarkan proses pembelajaran yang berlangsung, tanggapan mahasiswa mengenai proses pembelajaran tersebut dan hasil observasi dosen yang mengamati proses pembelajaran. Data kualitatif juga mencakup kendala-kendala yang dijumpai dalam perkuliahan dengan praktikum terintegrasi dan tutorial/responsi. Data kualitatif ini dikumpulkan melalui wawancara, observasi, kuesioner, serta catatan-catatan harian peneliti.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini berupa data data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa skor Kemampuan Generik Fisika yang diperoleh mahasiswa calon guru akan dianalisis secara statistik deskriptif. Data penilaian portofolio yang tidak hanya ditekankan kepada keberhasilan mahasiswa memperoleh jawaban yang diinginkan oleh dosen, tetapi lebih ditekankan kepada proses berpikir mahasiswa yang terdapat dalam isi portofolio. Salah satu cara penilaian portofolio adalah dengan cara menggunakan kriteria berikut : 1) bukti terjadinya proses berpikir, 2) mutu kegiatan atau penyelidikan, dan 3) keragaman pendekatan. Penskoran dilakukan dengan pemberian bobot tiap indikator untuk setiap kriteria. Tingkat penguasaan Kemampuan Generik Fisika yang dinyatakan dengan katagori kemampuan. Peningkatan penguasaan Kemampuan Generik Fisika

antara sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan rumus *g factor* (gain score ternormalisasi).

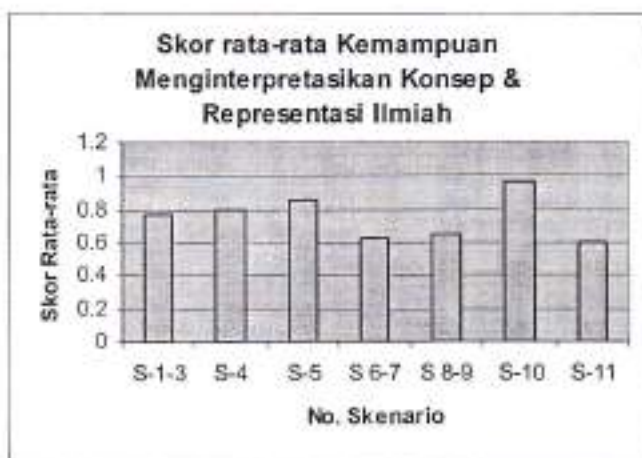
$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \quad (\text{Hake dalam Savinainen \& Scott, 2002})$$

dengan S_{pre} = skor pre-test; S_{post} = skor post-test; S_{max} = skor maksimum. Tingkat perolehan skor kemudian dikategorikan atas kategori yaitu : Tinggi bila $g > 0.7$, Sedang bila $0.3 < g < 0.7$ dan rendah bilah $g < 0.3$. (Savinainen & Scott, 2002). Data mengenai proses pembelajaran, tanggapan mahasiswa terhadap proses pembelajaran, dan kendala-kendala yang ditemui dalam proses pembelajaran dianalisis secara naratif kualitatif.

HASIL PENELITIAN

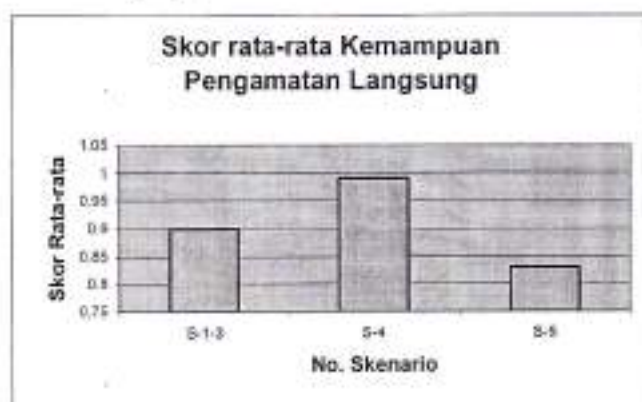
Pembelajaran Fisika Dasar I dengan strategi kuliah berbasis aktifitas, praktikum terintegrasi dan tugas mandiri pada topik Kinematika partikel dilaksanakan dalam 10 pertemuan. Dalam satu pertemuan dirancang skenario pembelajaran berbasis inkuiri yang terdiri dari tahapan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup. Pada kegiatan praktikum terintegrasi mahasiswa melakukan percobaan-percobaan dengan menggunakan petunjuk percobaan yang berbasis inkuiri yang diadaptasi dari *Physics by inquiry* (Mc. DerMott, 1996), pada kuliah berbasis aktivitas mahasiswa difasilitasi dengan lembar kerja mahasiswa yang diadaptasi dari *Workshop Physics Activity Guide* (Priscilla Laws, 1997) dan tugas mandiri yang berorientasi pada *problem solving*.

Kemampuan fisika dianalisis berdasarkan data hasil kinerja mahasiswa dalam melakukan percobaan maupun dalam mengerjakan Lembar Kerja Mahasiswa. Setiap tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa diberi skor 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban yang salah. Analisis ini dilakukan setiap pertemuan yang diberi nomor sekanario (S-no pertemuan). Rata-rata skor kemampuan tertentu dari skenario pertama hingga skenario 11 dapat dilihat ada grafik berikut ini. Kemampuan membangun dan menginterpretasi konsep ternyata hampir merata di atas 0,6 atau 60% dari skor ideal. Pada skenario 10 adalah kemampuan menginterpretasi konsep yang paling tinggi yaitu mendekati 100% yaitu pada topik menentukan kecepatan rata-rata.



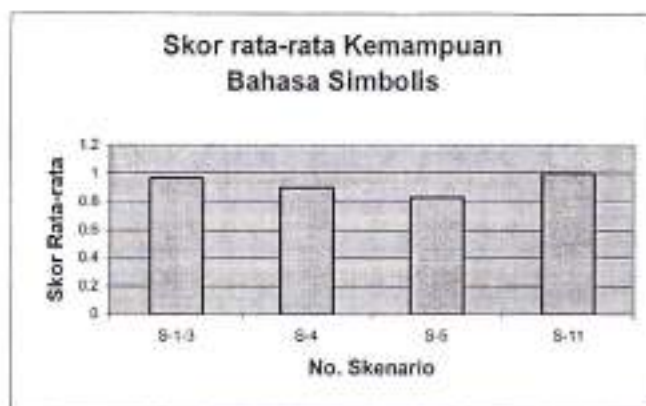
Sedangkan kemampuan pengamatan langsung pada umumnya di atas 0,8 jadi dapat dikategorikan baik. Pada skenario empat yang paling tinggi yaitu mendekati 0,99 adalah ketika membahas topik Gerak lurus beraturan. Sedangkan skenario lima yang paling kecil (0,83) pada pembahasan topik gerak lurus berubah beraturan. Topik-topik tersebut merupakan topik-topik yang telah mereka pelajari sewaktu di SMA, sehingga dengan pembelajaran yang diterapkan mahasiswa dapat memperoleh kesempatan untuk membangun konsep dan menginterpretasi konsep secara aktif melalui pendekatan inkuiri.

Kemampuan pengamatan langsung yang paling tinggi terjadi pada skenario empat (0,99) yaitu ketika membahas topik Gerak lurus beraturan. Kegiatan yang dilakukan adalah praktikum terintegrasi. Disini mahasiswa memperoleh pengalaman langsung mengamati fenomena gerak lurus beraturan dengan mengukur besaran fisika yang terkait.



Kemampuan menggunakan bahasa simbolis terukur pada enam pertemuan dengan skor rata-rata di atas 0,8. Kemampuan menggunakan bahasa simbolis tertinggi terjadi pada skenario 11 yang membahas tentang penyelesaian persoalan

tentang aplikasi kinematika. Skenario-skenario yang dikembangkan memang memfasilitasi mahasiswa untuk berlatih menggunakan bahasa simbolis sehingga mahasiswa dapat lebih memahami makna dari simbol-simbol fisika yang dipelajari.



Kemampuan inferensi logika berkembang pada tujuh pertemuan dengan skor rata-rata di atas 0.6. Skor tertinggi terjadi pada skenario 6-7 yang membahas tentang konsep percepatan. Sedangkan kemampuan inferensi logika dengan skor rata-rata 0,6 terjadi saat membahas topik Gerak lurus berubah beraturan. Tetapi secara keseluruhan nampak adanya peningkatan kemampuan tersebut.



Berdasarkan profil Kemampuan Generik Fisika inilah dapat disimpulkan bahwa Kemampuan Generik Fisika dapat tumbuh melalui proses yang melibatkan mahasiswa aktif dalam melakukan aktivitas pembelajaran baik melalui praktikum yang terintegrasi, kuliah berbasis aktivitas dan juga melalui kegiatan tugas mandiri.

Analisis Hasil Observasi Proses Pembelajaran

Observasi pembelajaran dilakukan secara kontinu oleh seorang orang observer pada setiap pertemuan. Hasil observasi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

No.	Aspek yang diobservasi	Penilaian			
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Kurang
1	Tingkat kesiapan mahasiswa mengikuti perkuliahan	2* (20 %)**	8 (80%)		
2	Partisipasi mahasiswa secara umum	4 (40%)	6 (60%)		
3	Respon terhadap tugas/penyelesaian tugas	3 (30%)	7 (70%)		
4	Persiapan mahasiswa dalam tutorial dan responsi		5 (50%)	1 (10%)	
5	Kegairahan mahasiswa mengikuti perkuliahan	2 (20%)	7 (70%)	1 (10%)	
6	Efisiensi waktu		6(60%)	2(20%)	2(20%)

Keterangan : *) jumlah pertemuan

**) prosentase terhadap total pertemuan

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa tingkat kesiapan mahasiswa, partisipasi mahasiswa dan respon terhadap tugas yang diberikan selama 9 pertemuan pada umumnya berada pada kategori baik dan baik sekali (>90%). Sedangkan Persiapan tutorial dan responsi selama enam pertemuan berada pada katagori baik dan sedang. Kegairahan mahasiswa dalam mengikuti Perkuliahan sembilan pertemuan berada pada kagori baik sekali dan baik, sedangkan satu pertemuan pada katagori sedang. Faktor yang perlu dipertimbangkan adalah efisiensi waktu. Berdasarkan tabel di atas dua kali pertemuan observer menyatakan kurang efisien dan dua kali pertemuan menyatakan sedang. Hal ini dirasakan oleh peneliti bahwa pembelajaran berorientasi pada kemampuan membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini disebabkan proses pembelajaran yang diberikan sangat menekankan pada proses berpikir mahasiswa sehingga diberikan waktu yang cukup untuk menyelesaikan tugas dan problem yang diberikan.

Analisis Pre-test dan Post-test

Analisis peningkatan kemampuan fisika yang berkembang pada topik Kinematika ini juga dilakukan melalui analisis gain ternormalisasi dari skor pre-test dan post-test setiap kemampuan yang tumbuh. Dari hasil test yang dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

No Soal	Kemampuan Fisika	Pre-test	Post-test	n-Gain	Kategori
1	Inferensi logika	1.67	4.37	0.81	Tinggi
2	Membangun konsep	1.23	3.53	0.83	Tinggi

No Soal	Kemampuan Fisika	Pre-test	Post-test	n-Gain	Kategori
3	Menggunakan Bahasa Simbolis	2.2	6.4	0.54	Sedang
4	Membangun konsep	0.73	1.66	0.73	Tinggi
5	Inferensi logika	2.07	9.53	0.75	Tinggi
6	Inferensi logika	1.63	4.63	0.69	Sedang
7	Menggunakan Bahasa Simbolis	0.97	3.47	0.83	Tinggi
8	Inferensi logika	1.43	5.37	0.71	Tinggi
9	Menggunakan Bahasa Simbolis	1.07	4.63	0.72	Tinggi
10	Menggunakan Bahasa Simbolis	0.8	3.77	0.93	Tinggi
	Rata-rata			0.75	Tinggi

Rata-rata gain ternormalisasi dari skor kemampuan fisika berada pada katagori tinggi (0,75). Hal ini menunjukkan bahwa ada peningkatan kemampuan fisika yang dikembangkan pada topik kinematika. Jika diplot dalam grafik rata-rata n-gain untuk setiap kemampuan dapat dilihat dari grafik di bawah ini. Berdasarkan grafik tersebut nampak bahwa kemampuan membangun konsep yang paling tinggi memperoleh n-gain 0,78 sedangkan kemampuan inferensi logika hanya sekitar 0,74. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan inferensi logi merupakan kemampuan yang cukup sulit karena membutuhkan tingkat kemampuan berfikir yang kompleks karena membutuhkan kemampuan intuisi dari mahasiswa melalui kegiatan atau problema yang disajikan dalam kelas.



Respon Mahasiswa terhadap Pembelajaran

Berdasarkan kuesioner yang menggali respon mahasiswa tentang pembelajaran yang diterapkan meliputi Kemampuan Generik Fisika, kaitan kemampuan fisika dengan topik yang diberikan, bahan ajar yang digunakan dan proses pembelajaran (kuliah berbasis aktifitas, praktikum terintegrasi dan tugas-tugas terbuka). Data yang diperoleh dari 30 orang mahasiswa yang mengikuti perkuliahan fisika dasar I dapat dilihat dari tabel berikut ini.

No.	Aspek pada pernyataan	Penilaian			
		SS	S	TS	STS
1	Pembelajaran berorientasi pada kemampuan Fisika.	19 (63,3%)	11 (36,7%)		
2	Pembelajaran terpusat pada mahasiswa	10 (33,3%)	20 (66,7%)		
3	Pembelajaran mendorong untuk mengemukakan pendapat dan pertanyaan-pertanyaan	5 (16,7%)	22 (73,3%)	3 (10%)	
4	Pembelajaran mendorong untuk menemukan sendiri konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika.	6 (20%)	21 (70%)	3 (10%)	
5	Praktikum yang terintegrasi dengan kuliah lebih membantu dalam memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika.	9 (30%)	20 (66,7%)	1 (3,3%)	
6	Praktikum membantu untuk mengembangkan kemampuan berpikir kualitatif dan kuantitatif.	3 (10%)	25 (83,3%)	2 (6,7%)	
7	Praktikum menyadarkan peranan praktikum dalam perkuliahan fisika dasar.	6 (20%)	24 (80%)		
8	Bahan belajar membuat frekuensi belajar di rumah lebih banyak.	2 (6,7%)	22 (73,3%)	6 (20%)	
9	Bahan belajar mampu mengarahkan pada konsep-konsep dan prinsip-prinsip penting yang perlu dipelajari	8 (26,7%)	21 (70%)	1 (3,3%)	
10	Bahan belajar menunjukkan Kemampuan Generik Fisika yang harus dikuasai oleh calon guru	8 (26,7%)	22 (73,3%)		
11	Tugas-tugas rumah yang diberikan memperkaya penguasaan tentang konsep-konsep dan prinsip-prinsip.	5 (16,7%)	22 (73,3%)	3 (10%)	
12	Tugas-tugas rumah memberikan memotivasi dalam belajar fisika.	3 (10%)	22 (73,3%)	5 (16,7%)	

Berdasarkan data tersebut respon mahasiswa tentang pembelajaran yang diterapkan pada umumnya (>80%) memberikan respon yang positif baik dalam hal kemampuan fisika yang dikembangkan, bahan ajar yang digunakan maupun proses pembelajaran yang diterapkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kemampuan Generik Fisika yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang diterapkan adalah Kemampuan membangun konsep, kemampuan pengamatan langsung, kemampuan penggunaan bahasa simbolis dan kemampuan inferensi logika.
- Berdasarkan analisis gain ternormalisasi (0,75), pembelajaran yang diterapkan dapat secara efektif meningkatkan Kemampuan Generik Fisika yang dikembangkan.
- Respon mahasiswa terhadap pembelajaran yang diterapkan menunjukkan respon positif dalam hal proses pembelajaran bagi calon guru bahan ajar yang digunakan dan dapat meningkatkan motivasi belajar fisika.
- Hasil observasi menunjukkan bahwa melalui pembelajaran yang diterapkan baik dalam aspek kesiapan dan partisipasi mahasiswa, respon dalam menyelesaikan tugas dan kegairahan mengikuti perkuliahan menunjukkan pada kategori baik. Sedangkan faktor waktu masih belum menunjukkan efisiensi yang baik. Hal ini merupakan kendala yang dihadapi sehingga perlu dipikirkan bagaimana strategi yang harus dilakukan untuk mengefisiensikan waktu tetapi tujuan pembelajaran tetap tercapai.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlu adanya penelitian lanjutan yang mengembangkan kemampuan fisika lainnya pada topik yang berbeda pada perkuliahan fisika dasar. Kemampuan-kemampuan yang harus dimiliki oleh calon guru merupakan salah satu faktor penting dalam mempersiapkan calon guru yang profesional, sehingga perlu pembekalan kemampuan fisika yang efektif selama mahasiswa mengikuti perkuliahan di Jurusan pendidikan Fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Craven, J.A. & Penick, J. (2001). "Preparing New Teachers To Teach Science : The Role of The Science Teacher Educator". *Electronic Journal of Science Education* 68 (4), (112-128).
- Dikmenum. (1998). *Evaluasi Implementasi Kurikulum 1994*. Jakarta: Dikmenum.
- Dirjen Dikti. (1990). *Kurikulum Pendidikan MIPA LPTK Program S-1*. Jakarta: Depdikbud.

- _____. (1996). *Laporan Evaluasi Kurikulum LPTK*. Jakarta: Ditjen Dikti.
- Puskur Depdiknas. (2001). *Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Fisika SMU*. Jakarta : Depdiknas.
- Heuvelen, A., V. (2000). Millikan Lecture 1999 : "The Workplace, Student Minds, and Physics Learning Systems". *American Journal of Physics*, Vol. 69 (11). Nov 2000.
- Karim, S. (2000). Peningkatan Pemahaman Fisika Dasar Poko Bahsan Kinematika da Dinamika Partikel dengan Batuan Peraga Kinematika dan Dinamika pada Mahasiswa TPB Jurusan Pendidikan Fisika Angkatan 2000/2001. Laporan Penelitian Dosen FPMIPA UPI : Tidak diterbitkan.
- McDermott, L.C. (1990). "A Perspective on Teacher Praparation in Physics and Other Sciences : The Need for Special Science Course for Teacher". *American Journal of Physics*. 58 (6) 56-61.
- _____. (1996). *Physics By Inquiry, An Introduction to physics and the Physical Sciences*. Vol I, New York : John Wiley & Sons Inc.
- _____. (2000). "Preparing Teacher to teach Physics and Physical Science by Inquiry". *Physics Education*. 35 (6), 411-416.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC : National Academy Press.
- National Science Teacher Association. (1998). *Standards for Science Teacher Preparation*. National Science Teacher Association: New York.
- Priscilla W. Laws. (1997). *Worshop Physics Activity Gulde*. Modul 1. John Willey & Sons: New York.
- Reif, F. (1995). Millican Lecture 1994 : "Understanding and Teaching Important Scientific Thought Processes". *American of Physics* . Vol. 63. No. 1. January 1995.
- Renner, J.W. dan Lawson, A.E. (1973). "Promoting Intellectual Development Through Science Teaching". *The Physics Teacher*. 11 (5) 113-120.
- Savinainen & Scott, Philip. (2002). The Force concept inventory: A Tool for monitoring student learning, *Physics Education*, 37 (1), 45-52.
- Sidi, I.J. (2000). "Pendidikan IPA di Lingkungan Dikdasmen : Tantangan & Pengembangan". Makalah pada Semiloka Pendidikan MIPA di Indonesia, ITB & UPI, Bandung.
- Suprpto. B. (2000). *Hakikat Pembelajaran MIPA (Fisika) di Perguruan Tinggi*. Proyek Pengembangan Universitas Terbuka Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Jakarta : Depdiknas.
- Tim Basic Science. (1997). *Laporan Evaluasi Kurikulum PMIPA LPTK 1996/1997*. Jakarta: Dirjen Dikti.
- Zamroni. (2002). "New Paradigm in Mathematics and Science Education in Order to Enhance The Development and Mastery on Science and Technology". *Makalah dalam Seminar Pendidikan Nasional UM*. Malang: Dirjen Dikti, Depdiknas dan JICA IMSTEP.