PROVISIONING EXPERIMENTAL ABILITY OF PROSPECTIVE PHYSICS TEACHERS AT ELEMENTARY LEVEL

Setiya Utari* and Liliasari**

*Department of Physic Education FPMIPA UPI
** Science Education Program, Graduate School, UPI

Abstract

This Research is a part of R&D research on developing lecture program that give students ability to design and conduct experiment as procpective physics teachers. This research aimed to get information about basic knowledge of physics teacher on experiment ability at elementary level. The experiment ability was tested to 24 students that enrolled on Physics Laboratory School II at academic year 2008 / 2009. As a result, it was found that only a few students had ability in: using matematik to predict observation result, formulating of estimation, to determine order of magnitude and aproximation, to explain scientific characteristic of theory, searching information required to get relationship between variables, designing experiment, to determine data processing and procedure to get information based on causality, and report the results. Almost half of students had ability to: identify variables, design experiment equipment, comprehend equipment spesification, analyse experimental error. Most of students had ability to: desribe phenomena of science, predict experimental results, describe measurement condition, observe and interpret data, conclude the experimental results. These results could be used to modify prerequisite courses of Physics Laboratory II.

Keywords : experiment ability, prospective physics teacher

PENDAHULUAN

Kesadaran tentang pengajaran sains yang tidak hanya berorientasi pada produk, tetapi juga proses. Hal ini memberikan indikasi bahwa proses pengajaran sains adalah suatu hal yang penting. Proses sains memberikan pengalaman dan pembekalan bagi perkembangan diri peserta didik, oleh karena itu berbagai keterampilan yang terkait dengan proses sains perlu dilatihkan melalui proses pembelajaran. Tuntutan seorang guru sains tidak hanya memahami konsep sains, tetapi sekaligus bagaimana cara menyampaikan konsep tersebut, sehingga penyampaikan konsep tersebut dapat menjadi media untuk melatihkan berbagai kemampuan siswa. Sejalan dengan hal ini (Etkina, 2005) mengembangkan tiga hal yang berkaitan dengan pengetahuan yang harus dimiliki calon guru fisika, yaitu : *content knowledge* terkait dengan pemahaman konsep, hubungan antar konsep (cara memperoleh dan aplikasinya), *paedagogical content knowledge* terkait dengan pengetahuan pengajaran seperti kurikulum, strategi dan pendekatan pembelajaran yang efektif, dan teknik evaluasi, *paedagogical knowledge* terkait dengan pengembangan kemampuan berpikir, kemampuan sains, bekerja sama dan kemampuan lainnya.

Menghadapi hal ini KTSP (2007) telah menjelaskan bagaimana seharusnya sains diajarkan, yaitu:

> "Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA diarahkan untuk mencari tahu dan berbuat, sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar."

Dalam proses pembelajaran sains kegiatan bereksperimen merupakan hal yang sangat penting, Richard Fehman (AAPT goals, 1997) mengemukakan gambaran pentingnya eksperimen dalam pengembangan pengetahuan,

> "*The test of all knowledge is experiment. Experiment is the sole judge of scientific 'truth'. But what is the source of knowledge? Where do the laws that are to be tested come from? Experiment, it self, helps to produce these laws, in the sense that it gives us hints. But also needed is imagination to create from these hints the great generalization - to guess at the wonderful, simple, but very strange patterns beneath them all, and to experiment to check again whether we have made the right guess*."

Untuk mendapatkan pengalaman yang utuh dalam mengembangkan pengetahuan, maka kegiatan eksperimen menjadi hal yang penting selain memahami teori/konsep.

Sejalan dengan hal ini Brotosiswoyo (2000) menggambarkan sejumlah kemampuan yang dapat dikembangkan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen, kemampuan tersebut terbagi atas tiga tahap:

<u>Kemampuan dalam menyiapkan kegiatan eksperimen</u>:

1. Menggambarkan fenomena sains.
2. Menggambarkan karakteristik *scientific theory.*
3. Menggunakan hubungan matematik untuk meramalkan gambaran hasil observasi dan eksperimen.
4. Merumuskan hasil melalui estimasi, aproksimasi dan *order of magnitude*.
5. Mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat.
6. Mengidentifikasi variabel-variabel terkait.
7. Membuat prediksi berdasarkan asumsi yang diperoleh dari hasil hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan.
8. Mendesain eksperimen (menentukan prosedur dan langkah pengolahan data).

<u>Kemampuan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen</u> :

1. Merancang/mengeset alat eksperimen.
2. Memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan.
3. Mengetahui kondisi pengukuran.
4. Membaca satuan.
5. Menuliskan data eksperimen.

6. Melaporkan data hasil eksperimen.
7. Bekerja sama

Kemampuan dalam melaporkan hasil kegiatan eksperimen :

1. Melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil.
2. Menginterpretasikan dan mengobservasi data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel dan kecenderungan data.
3. Menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut.
4. Mengorganisasi dan mengkomunikasikan hasil dari observasi dan eksperimen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, terampil menggunakan bahasa lisan maupun tulisan.
5. Menyimpulkan hasil eksperimen.

Sejalan dengan hal ini, tentu dalam membangun kemampuan calon guru tidak hanya memenuhi ketentuan kemampuan di atas, namun kemampuan bagaimana agar proses eksperimen dapat dikembangkan menjadi hal yang penting, oleh karena itu sejumlah kemampuan lain telah dikembangkan melalui kurikulum yang dibangun. Salah satu rujukan yang digunakan dalam kurikulum adalah standar kemampuan calon guru fisika. Merujuk kepada *National Science Teacher Association in Collaboration with the Association for Education of Teachesr in Science* (1998) , NSTA mengembangkan sepuluh kemampuan standar bagi calon guru IPA, yaitu *Standard for Science Teacher Preparation : Content , Nature of Science, Inquiry, Context of Science, Skills of Teaching, Curriculum , Social Context, assessment, Environment for learning, Professional Practice*.

Penelitian ini bertujuan untuk diketahui apakah pembekalan matakuliah sebelumnya dapat memberikan pengetahuan yang cukup untuk mengikuti perkuliahan Laboratorium Fisika Sekolah II? Inovasi apa yang perlu dilakukan untuk memberikan bekal pengetahuan yang cukup berkaitaan dengan pembekalan kemampuan merancang dan melaksanakan kegiatan eksperimen fisika di sekolah bagi calon guru fisika terkait dengan matakuliah sebelumnya?

METODE

Penelitian ini menggunakan populasi mahasiswa yang mengkontrak matakuliah Laboratorium Fisika Sekolah II tahun ajaran 2008/2009 di suatu LPTK. Sampel dipilih salah satu dari 4 kelas yang diselenggarakan.

Instrumen dikembangkan dengan menggunakan indikator kemampuan melaksanakan kegiatan eksperimen yang telah dikembangkan (Brotosiswoyo , 2000) dan materi eksperimen yang telah mereka lakukan di perkulihan eksperimen sebelumnya. Soal di uji melalui dua cara, cara pertama berdasarkan validitas isi melalui *jugement* ahli dengan menggunakan tehnik trianggulasi. Cara kedua dilakukan dengan mengukur daya pembeda , tingkat kesukaran, uji validitas item soal dan uji reliabilitas dengan *split-half method* atau metode belah dua (Arikunto, 2006)

Selanjutnya untuk menganalisis pencapaian hasil tes dilakukan melalui persentase dengan tafsiran sebagai berikut:

Tabel 1. Tafsiran hasil presentase

No.	Persentase (%)	Tafsiran
1	0	Tidak ada
2	1-25	Sebagian kecil
3	26-49	Hampir setengahnya
4	50	Setengahnya
5	51-75	Sebagian besar
6	75-99	Hampir seluruhnya
7	100	Seluruhnya

Hasil perolehan dianalisis secara kualitatif dan dikaitkan dengan materi perkuliahan sebelumnya sebagai bahan masukan untuk pembekalan dalam mengikuti perkulihan Laboratorium Fisika Sekolah II.

HASIL DAN PEMBAHASAN

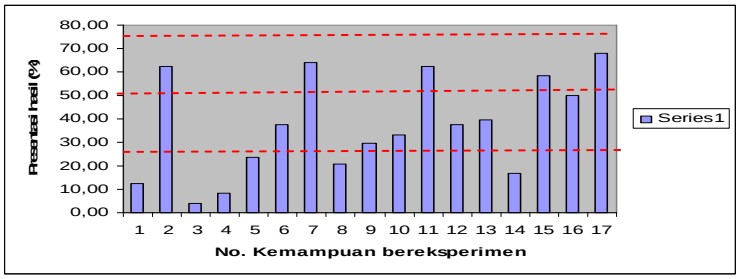
a. **Sampel dan instrumen yang digunakan.**

Sampel yang digunakan berjumlah 24 orang mahasiswa dari 80 orang mahasiswa yang mengontrak matakuliah Laboratorium Fisika sekolah II pada tahun ajaran 2008/2009.

Dari 51 soal pilihan berganda yang telah diuji secara validitas isi melalui tehnik trianggulasi terpilih 30 soal berdasarkan tingkat kesukaran dan daya pembeda. Berdasarkan Validasi item butir soal, nilai korelasi memiliki rentang (0,07 – 0,6), hal ini menunjukkan kahwa sumbangan skor item memiliki korelasi yang rendah hingga sedang terhadap skor totalnya. Nilai reliabilitas dengan metode belah dua memiliki nilai korelasi *product moment* r_{xy} = 0,713 dan koefisien reliabiltasnya r_{11}= 0,83236. Hal ini menggambarkan bahwa keajegan tes ini cukup tinggi untuk mengukur kemampuan bereksperimen.

b. **Analisis terhadap hasil tes.**

Berdasarkan hasil tes, untuk menggambarkan perolehan mahasiswa yang menjawab benar terhadap kemampuan bereksperimen dinyatakan dengan presentase. Gambaran perolehan persentase mahasiswa yang menjawab benar dari setiap kemampuan bereksperimen yang diujikan dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 : Diagram kemampuan bereksperimen mahasiswa

Berdasarkan gambaran di atas, bekal kemampuan bereksperimen yang masih rendah antara lain : (1) Menggambarkan karakteristik *scientific theory*. (3) Menggunakan hubungan matematik untuk meramalkan gambaran hasil observasi dan eksperimen. (4) Merumuskan hasil melalui estimasi, aproksimasi dan *order of magnitude*. (5) Mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat. (8) Mendesain eksperimen (menentukan prosedur dan langkah pengolahan data). (14) Melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil.

Hampir setengahnya mahasiswa telah memiliki kemampuan : (6) Mengidentifikasi variabel-variabel terkait, (9) Merancang/mengeset alat eksperimen, (10) Memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan dan (16) Menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut.

Sebagian besar mahasiswa telah memiliki bekal kemampuan eksperimen: (2). Menggambarkan fenomena sains. (7) Membuat prediksi berdasarkan asumsi yang diperoleh dari hasil hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan.(11) Mengetahui kondisi pengukuran. (15) Menginterpretasikan dan mengobservasi data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel dan kecenderungan data, dan (17) Menyimpulkan hasil eksperimen.

Terkait dengan materi soal yang dikembangkan , maka tafsiran perolehan dhasil tes kemampuan dapat dinyatakan pada tabel 2

Tabel 2 : Tafsiran presentase kemampuan bereksperimen dari dasil pre tes:

No.	Kemampuan bereksperimen	%	Tafsiran
1	Menggambarkan karakteristik *scientific theory*	12,50	**Hanya sebagian kecil** mahasiswa yang memiliki kemamppuan memahami karakteristik teori (konsep) yang dinyatakan dalam hubungan antar variabel melalui penafsiran grafik terkait dengan menggambarkan karakteristik *thermometric property*.
2	Menggambarkan fenomena sains	62,50	**Sebagian besar** mahasiswa dapat dapat mengambarkan kecenderungan fenomena yang akan terjadi melalui gambar yang diajukan dalam persoalan pembiasan dan resonanasi.

No.	Kemampuan bereksperimen	%	Tafsiran
3		4, 17	**Hanya sebagian kecil** mahasiswa yang memiliki kemampuan menggunakan hubungan matematik untuk meramalkan kecenderungan gerak benda dalam bidang miring.
4	Merumuskan hasil melalui estimasi, aproksimasi dan *order of magnitude*	8, 33	**Hanya sebagian kecil** yang mampu melakukan estimasi harga viscositas berkaitan dengan perubahan temperatur.
5	Mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat.	23,61	**Hanya sebagian kecil** mahasiswa dapat mengakaitkan informasi yang dibutuhkan untuk terkait dengan data yang akan peroleh dalam eksperimen menentukan fokus, menentukan gravitasi pada osilasi pegas, dan mennetukanjumlah mol zat pada eksperimen Hukum Boyle.
6	Mengidentifikasi variabel-variabel terkait.	37,50	**Hampir setengahnya** mahasiswa dapat mengidentifikasi variabel-variabel terkait untuk menentukan massa jenis benda, menentukan harga viskositas, dan menentukan tekanan tekanan udara dalam tabung tertutup.
7	Membuat prediksi berdasarkan asumsi yang diperoleh dari hasil hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan	63,68	**Sebagain besar** mahasiswa dapat memprediksi harga pegas efektif, menentukan posisi benda yang tercelup, dan menentukan nyala lampu yang paling terang dari situasi eksperimen yang dibayangkan.
8	Mendesain eksperimen (menentukan prosedur dan langkah pengolahan data)	20,83	**Hanya sebagian kecil** mahasiswa mampu mendesain eksperimen berkaitan dengan eksperimen viscositas dan eksperimen menentukan nilai suatu hambatan.
9	Merancang/mengeset alat eksperimen	29,17	**Hampir setengahnya** mahasiswa mampu merancang membuat airometer dan menentukan set alat eksperimen melde.
10	Memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan	33,33	**Hampir setengahnya** mahasiswa dapat memahami spesifikasi alat yang diperlukan dalam mentukan fokus lensa cekung.
11	Mengetahui kondisi pengukuran	62,50	**Sebagian besar** mahasiwa dapat menjelaskan kondisi pengukuran pada eksperimen viskositas, terkait dengan menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda.
12	Membaca satuan.	37,50	**Hampir setengahnya** mahasiswa dapat membaca mickrometer skerup.

No.	Kemampuan bereksperimen	%	Tafsiran
13	Menuliskan data eksperimen dan melaporkan data hasil eksperimen	39,58	**Hampir setengahnya** mahasiswa daapt menuliskan data hasil menggukur massa suatu benda dengan menggunakan neraca Ohaus.
14	Melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil	16,67	**Hanya sebagian kecil** saja mahasiswa yang mampu menjelaskan pengolahan data terkait dengan eksperimen resonansi pada kolom udara.
15		58,33	**Sebagian besar** mahasiswa dapat menginterpretasi harga konstanta pegas bila pegas tersebut dipotong sama besar.
16	Menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut	50,00	**Setengah** dari mahasiswa dapat menjelaskan kesalahan kesperimen pada penentukan nilai suatu hambatan dan menentukan konstanta pegas.
17	Menyimpulkan hasil eksperimen	68,06	**Sebagian besar** mahasiswa dapat menyimpulkan hasil eksperimen dari data yang diberikan, untuk eksperimen pemantulan pada cermindatar, menentukan titik folus dan harga kapasitas kalor kalorimeter.

Berdasarkan gambaran di atas, maka pembekalan matakuliah sebelumnya masih dirasakan **belum optimal**, sebagai gambaran data di atas dapat dikelompokkan sebagi berikut:

1. **Penguasaan konsep menjadi priotas utama** dalam memberikan bekal pengetahun mahasiswa di tingkat dasar. mengingat :
   a. Kemampuan mahasiswa sangat lemah terkait dengan menggambarkan karakteristik *scientific theory* (12,50%), maka penjelasan konsep disarankan untuk mengkaitkan dengan **contoh yang realistis dan logis** bila memungkinkan disertai dengan demo yang dapat menggambarkan hubungan antar variabel secara kualitatif, sehingga mampu membangun nalar mahasiswa dalam menjelaskan karateristik hubungan antara variabel fisika yang terkait (Osnat, 2008).
   b. Kemampuan mahasiswa sangat lemah dalam memahami konsep, apalagi menyatakannya dalam bentuk bahasa simbolik/ matematika (4,17%). Kemampuan ini sangat penting bagi calon guru fisika supaya dapat menjelaskan persoalan fisika menjadi lebih sederhana, latihan dapat dibangun jika mahasiswa dapat **mengkaitkan konsep yang benar** dengan fenomena yang akan terjadi, menterjemahkan konsep melalui simbol-simbol, pemahaman konsep disertai dengan memaknai simbol secara fisis (arti fisisnya) sehingga prediksi mahasiswa mengenai simbol dapat dijelaskan secara rasional dan logis, maka disarankan beberapa contoh aplikasi yang diberikan dalam perkuliahan tidak hanya penjelasan matematis saja tetapi menyangkut arti fisis dari fenomena yang dicontohkan. Dalam hal ini pemahaman konsep dan eksperimen

menjadi dasar untuk mengukur kemampuan guru dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran (Robert, 2008).

c. Kemampuan mahasiswa sangat lemah dalam merumuskan hasil melalui estimasi, aproksimasi dan *order of magnitude* (8,33%). Hal ini terkait dengan kemampuan berfikir logis untuk menunjukkan kecenderuangan rentang harga suatu variabel.Latihan dapat dilakukan dengan memberikan contoh fenomena yang rieal (jika memungkinkan dengan kegiatan eksperimen/ demontrasi/ analisis data sekunder) untuk membangun **cara berfikir mahasiswa** dalam menjelaskan rentang harga suatu variabel.

2. **Pembekalan pengalaman bereksperimen yang mendapat prioritas utama** terkait dengan:
   a. Kemampuan mahasiswa sangat lemah dalam melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil (16,67%). Pengolahan data eksperimen berkaitan dengan cara data tersebut diperoleh, sebenarnya ini merupakan **suatu keterampilan** yang biasa dilatihkan. Meskipun bekal latihan telah mencukupi (dalam bentuk jumlah 16 jenis eksperimen di matakuliah Eksperimen Fisika Dasar I dan II), namun kemampuan ini dirasakana masih lemah, ada kecenderungan mahasiswa melakukan latihan tanpa memahami maknanya. Agar latihan ini dapat lebih bermakna mahasiswa diminta untuk **memberikan alasan metode pengolahan data yang digunakan** terkait dengan cara data tersebut diperoleh.

   b. Kemampuan mahasiswa sangat lemah dalam mendesain eksperimen /menentukan prosedur dan langkah pengolahan data (20,83%). Memang kemampuan ini belum dilatihkan dimatakuliah sebelumnya, namun pengalaman bereksperimennya telah dilakukan. Artinya pengalaman yang diberikan belum mampu memberikan dukungan terkait dengan kemampuan mendesain eksperimen, meskipun pada perkuliahan Eksperimen Fisika Dasar II telah **menggunakan metode *inquiry* dan *Problem solving*** namun pengalam ini masih diraskan kurang, oleh karena itu pada **pengalaman berinquiry mahasiswa perlu mendapat penekanan pada latihan untuk menemukan cara** menguji suatu prediksi melalui kegiatan eksperimen yang dirancang. Dan pengalamn eksperimen dengan metode ***problem solving*** **perlu dirancang permasalahan (problem) yang menekankan kepada mahasiswa agar belajar memecahkan persoalan melalui desain rancangan eksperimen** yang dikembangkan melalui tugas projek (Wenning 2005, McDermott 2005).

   c. Kemampuan mahasiswa sangat lemah dalam mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat (23, 61%). Kemampuan ini terkait dengan memberikan alasan yang logis dalam menjelaskan hubungan sebab-akibat tentunya berkaiatan dengan pemahaman konsep yang benar. Kemampuan berfikir logis menjadi hal yang sangat penting, kemampuan ini dapat dibangun jika tidak **terjadi miskonsepsi** artinya pengetahuan konsep yang ditanamkan kepada mahasiswa harus benar, **beberapa konsep adanya baiknya disampaikan dengan konflik kognitif agar dapat mengurangi miskonsepsi pada mahasiswa, begitupun untuk mengembangkan**

kasus di problem solving agar dipilih kasus-kasus yang dapat memperbaiki miskonsepsi pada mahasiswa.(Limon, 2001; MacGregor, 2004)

3. Bekal kemampuan yang dirasakan cukup, karena telah membangun hampir setengah mahasiswa yang memliki kemampuan mengidentifikasi variabel-variabel terkait, mengeset alat eksperimen, memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan, membaca data eksperimen, menuliskan data eksperimen dan melaporkan data hasil eksperimen.

4. Bekal kemampuan yang dirasakan baik, karena sebagian besar mahasiswa telah memiliki kemampuan: menggambarkan fenomena sains, membuat prediksi berdasarkan asumsi yang diperoleh dari hasil hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan, mengetahui kondisi pengukuran, menginterpretasikan dan mengobservasi data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel dan kecenderungan data, menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut, menyimpulkan hasil eksperimen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka beberapa kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Bekal yang dimiliki mahasiswa untuk mengikuti perkuliahan Laboratorium Fisika sekolah II belum dirasakan optimal, terutama terkait pada penguasaan konsep-konsep dasar fisika.
2. Pembekalan kemampuan bereksperimen yang diraskan belum optimal terkait pada kemampuan melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil, mendesain eksperimen /menentukan prosedur dan langkah pengolahan data mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat.
3. Beberapa pembekalaan kemampuan bereksperimen yang dirasakan cukup antara lain: menset alat eksperimen, memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan, membaca data, menuliskan data dan melaporkan hasil eksperimen.
4. Pembekalan kemampuan bereksperimen yang dirasakan baik adalah menggambarkan fenomena sains, membuat prediksi berdasarkan hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan, mengetahui kondisi pengukuran, mengobservasi dan menginterpretasikan data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel dan kecenderungan data, menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut, serta menyimpulkan hasil eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim A, (1998). **Goal of the Introductory Physics Laboratory**, American Association of Physics Teacher. American Journal of Physics, Vole 66(6), June 1998, pp 483-485.

Anonim B , (2005). **America's Lab. Report, Investigation in High School Science** : http://books.nap.edu/open book.php>record_id=1311&page=138

Arikunto S , (2006). **Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan**, Bumi Aksara Jakarta..

Brotosiswoyo, Suprapto B, (2000). **Hakekat Pembelajaran MIPA (Fisika) di Perguruan Tinggi**, Proyek Pengembangan Universitas Terbuka Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Jakarta, Depdiknas.

Wenning, C. (2005), **Development of the Physics Teacher Education Program at Illinois State Universuty**, Forum on Educational of the American Physics Society. Tersedia dalam : http://www.aps.org/units/fed/newletters/fall2005/development .thml

Departemen Pendidikan Nasional, (2006). **Kurikulum KTSP ,Mata Pelajaran Fisika , Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA**), Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

Osnat et al (2008), **Collaborative Diagnosis of scientific and pedagogical conception : an instructional approach for teaching physics to pre-service science teacher**. Physics Teacher Education Coalition. Tersedia dalam : http:// www.ptec.org/conferences/2008 [05/06/09]

Limon, M. (2001). **On The Cognitive Conflict as an Instructional Strategy for Conceptual Change: a Critical Appraisal**. Faculty of Psychology, Autonoma University of Madrid, Madrid. [Online]. Tersedia dalam http://www.elsevier.com/locate/learninstruc

McDermott, L. (2005), **Physics by Inquiry : A research-based approach to preparing K-12 teacher of physics and physical science**, Forum on Educational of the American Physics Society. Tersedia dalam : http://www.aps.org/units/fed/newletters/summer2005/mcd2.html

MacGregor, D. (2004). **Popular Physics Misconceptions**.. Tersedia dalam : http://www.physics.gia.ac.uk/~tanm/noviers.html

Nasional Science Teacher Association in collaboration with the Association for the Education of Teacher Science, (1998**). Standards for Science Teacher Preparation**.

Robert M, (2008). **A New Instrumen for Measuring the Pegadogical Knowledge of Physivs**, tersedia dalam : http://www.ptec.org/conference/2008 [05/07/2009].