

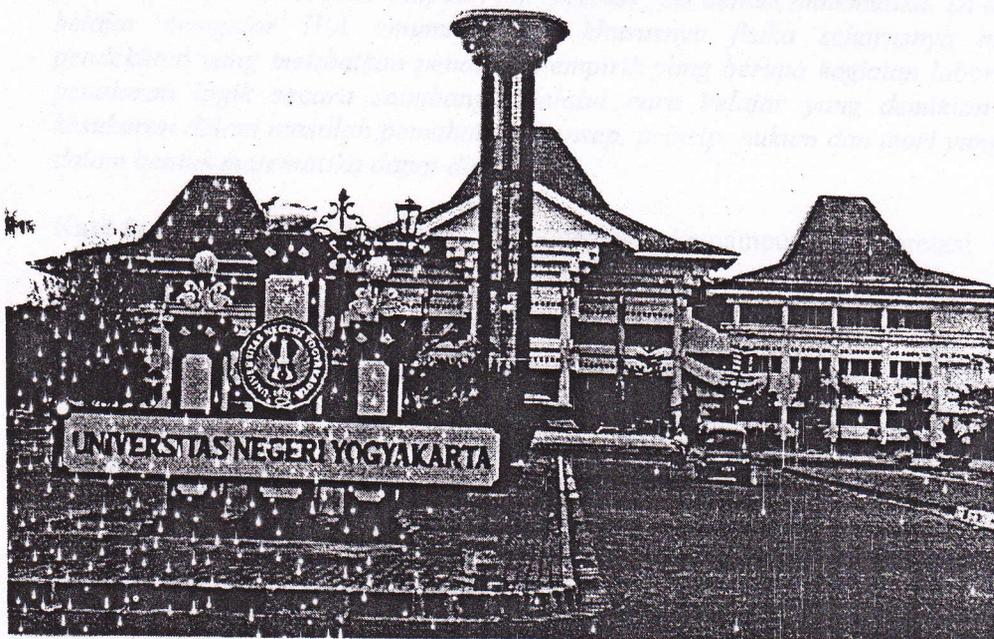
ISBN No. 979-97259-0-9



PROSIDING

SEMINAR DAN MUSYAWARAH NASIONAL IKA UNY DALAM RANGKA DIES NATALIS UNY KE 38

RUANG SIDANG REKTORAT UNY
Yogyakarta, Sabtu, 6 Juli 2002



Tema :

**Pelaksanaan manajemen berbasis sekolah dalam rangka
pencapaian kurikulum berbasis kompetensi**

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**OPTIMALISASI LABORATORIUM UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN INTERPRETASI FISIS BENTUK MATEMATIS
DALAM PEMBELAJARAN FISIKA**

**OPTIMIZING OF LABORATORY TO INCREASE
PHYSICS INTERPRET ABILITY FROM MATHEMATICALLY
IN PHYSICS INSTRUCTIONAL**

Oleh :

Sukardiyono

Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

ABSTRAK

Pendidikan berperan dalam meningkatkan kualitas bangsa Indonesia. Memasuki era milenium ketiga, pendidikan di Indonesia menghadapi masalah, salah satunya adalah rendahnya mutu pendidikan, termasuk mata pelajaran fisika. Salah satu faktor penyebab ketidakberhasilan dalam penguasaan materi pelajaran fisika adalah kesalahpengertian terhadap konsep-konsep fisis (miskonsepsi) yang diberikan guru. Matematika merupakan salah satu bahasa yang diperlukan untuk mempelajari fisika, sehingga dalam mempelajari fisika diperlukan suatu kemampuan interpretasi fisis bentuk matematika. Di dalam proses belajar mengajar IPA umumnya dan khususnya fisika seharusnya menggunakan pendekatan yang melibatkan penalaran empirik yang berupa kegiatan laboratorium dan penalaran logik secara seimbang. Melalui cara belajar yang demikian diharapkan kesukaran dalam masalah pemahaman konsep, prinsip, hukum dan teori yang dinyatakan dalam bentuk matematika dapat diatasi.

Kata-kata kunci : optimalisasi laboratorium, kemampuan interpretasi fisis bentuk matematis, pembelajaran fisika.

ABSTRACT

Education is role in increase Indonesian quality. Midle in third millenium, education in Indonesia there have been problems, one is the low quality of education, physics instructional included. One cause of fail in mastery of instructional material physics is misconception about physics concept who given by teacher. Mathematic is one language to learn physics so physics interpret ability from mathematically. In sains instructional, especially physics, should use equally of empirical reasoning (laboratory activities) and logical reasoning approach. By this approach, it is expected understanding of concepts, principles, laws, and theory in mathematically be more understandable.

Key words : Optimizing of laboratory, physics interpret ability from mathematically, physics instructional.

A. PENDAHULUAN

Bangsa Indonesia telah menetapkan bahwa sasaran utama Pembangunan Jangka Panjang Tahap kedua adalah terciptanya kualitas manusia dan masyarakat Indonesia (GBHN, 1993). Ketetapan ini diambil berdasarkan kenyataan bahwa sumber daya manusia

(SDM) merupakan faktor penentu keberhasilan suatu bangsa. Dengan kata lain, pembangunan akan berhasil dengan baik apabila dilakukan oleh tenaga-tenaga yang berkualitas. Untuk mewujudkan manusia dan masyarakat Indonesia yang berkualitas menuntut peran aktif dari dunia pendidikan khususnya pendidikan sekolah dalam rangka meningkatkan kualitas manusia Indonesia.

Dalam memasuki era milenium ketiga, dunia pendidikan di Indonesia menghadapi masalah dan tantangan yang tidak ringan. Menurut Sudarminto, SJ. masalah pendidikan yang dihadapi oleh bangsa Indonesia meliputi : 1) mutu pendidikan kita yang masih rendah, 2) sistem pembelajaran di sekolah-sekolah yang belum memadai, dan 3) krisis moral yang melanda masyarakat kita. Sedangkan tantangan yang dihadapi adalah perlunya diupayakan : 1) pendidikan yang tanggap terhadap situasi persaingan dan kerja sama global, 2) pendidikan yang membentuk pribadi yang mampu belajar seumur hidup, dan 3) pendidikan yang menyadari sekaligus mengupayakan pentingnya pendidikan nilai (P. Suparno, SJ. dkk, 2002 : 9)

Berkaitan dengan mutu pendidikan, dalam harian KOMPAS tanggal 5 September 2001, Menteri Pendidikan Nasional Abdul Malik Fajar mengakui kebenaran penilaian yang dilakukan oleh *Political and Economic Risk Consultancy* (PERC) bahwa sistem pendidikan di Indonesia terburuk di kawasan Asia. Lembaga tersebut menyatakan bahwa dari 12 negara yang disurvei Korea Selatan dinilai memiliki sistem pendidikan yang terbaik, disusul Singapura, Jepang, Taiwan, India, Cina dan Malaysia. Indonesia menduduki menduduki urutan ke-12 di bawah Vietnam (P. Suparno, SJ. dkk, 2002 : 9-10).

Banyak faktor yang mempengaruhi proses dan hasil pembelajaran pada umumnya dan khususnya untuk mata pelajaran Fisika. Salah satu faktor ketidakberhasilan dalam penguasaan materi pelajaran fisika adalah kesalahpengertian siswa terhadap konsep-konsep fisika (miskonsepsi) yang diberikan oleh guru. Matematika merupakan salah satu bahasa yang diperlukan untuk mempelajari fisika. Hal ini sesuai dengan pendapat Alonso Finn (1980 : xi) yang menyatakan bahwa fisika adalah merupakan sains yang bersifat kuantitatif yang untuk menyatakannya memerlukan matematika. Akan tetapi dengan menguasai rumus-rumus fisika yang merupakan kalimat-kalimat matematis belum berarti memahami konsep dasar yang terkandung dalam persamaan matematis tersebut. Herbert Drukses, dkk., dalam hal penguasaan konsep fisika mengambil beberapa contoh :

1. Penguasaan kalkulus matematika dalam perhitungan diferensial, belum berarti memahami pengertian Newton tentang kecepatan momentum.

2. Mengetahui prinsip ketidakpastian Heisenberg sebagai rumus dan pengetahuan tentang konstanta Planck, belum berarti memahami asas dasar fisika kuantum.
3. Menguasai perhitungan entropi suatu sistem dan pengetahuan tentang "entropi dan energi", tidak atau belum berarti memahami makna kalimat dalam hukum Termodinamika I dan II (1986 : 23-24).

Dengan demikian, dalam mempelajari fisika diperlukan suatu kemampuan untuk menginterpretasikan arti fisis dari bentuk matematik sebagai salah satu bentuk kompetensi yang dituntut dalam belajar fisika.

B. DISKUSI

a. Hakekat Fisika

Fisika merupakan salah satu cabang sains (IPA). Sains merupakan sekelompok pengetahuan tentang obyek dan fenomena alam yang diperoleh dari hasil pemikiran dan penelitian para ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan bereksperimen, dengan menggunakan metode ilmiah. Obyek dan fenomena alam tersebut yang berada dalam keteraturan dan mengikuti hukum-hukum alam, melibatkan konsep-konsep yang berkaitan. Di samping itu, hasil atau kesimpulan yang diperoleh bersifat sementara (Anna Poedjiadi, 1987 : 12). Sedangkan menurut Carin (1975), sains sebagai suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, yang dalam penggunaan secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Perkembangan sains tidak hanya ditandai oleh kumpulan-kumpulan fakta, melainkan juga ditandai munculnya metode ilmiah dan sikap ilmiah (Moh. Amin, 1984 : 5)

Metode ilmiah adalah metode yang biasa digunakan oleh para ilmuwan untuk memecahkan masalah. Langkah-langkah yang biasa ditempuh dalam metoda ilmiah adalah : (1) identifikasi dan menyatakan masalah, (2) merumuskan hipotesis, (3) merancang dan melaksanakan percobaan, (4) pengamatan dan pengumpulan data, (5) analisis data, (6) mengulangi kembali percobaan untuk membuktikan atau mencocokkan kebenaran data, (7) mengambil kesimpulan. Sedangkan sikap ilmiah adalah suatu disposisi seseorang yang ditunjukkan secara emosional dalam merespons seseorang, kelompok, masalah, kebiasaan / kenyataan atau benda-benda dengan cara-cara tertentu (Moh. Amin, dkk., 1984 : 7). Sikap ilmiah tersebut meliputi : hasrat ingin tahu, kerendahan hati, jujur, obyektif, kemauan untuk mempertimbangkan data baru, pendekatan positif terhadap kegagalan, determinasi, sikap keterbukaan, ketelitian, dan sebagainya (Moh. Amin, 1984 : 36). Kesemuanya itu merupakan suatu keyakinan atau nilai-nilai yang harus diikuti oleh seorang peneliti.

Fisika menurut Brockhaus adalah peajaran tentang kejadian alam, yang memungkinkan penelitian dengan percobaan, pengukuran apa yang didapat, penyajian secara matematis, dan berdasarkan peraturan-peraturan umum (Herbert Druex, dkk., 1986 : 3). Sedangkan Alonso Finn (1980 : xi) menyatakan bahwa fisika adalah merupakan sains yang bersifat kuantitatif yang untuk menyatakannya memerlukan matematika.

Berdasarkan definisi di atas, jelaslah bahwa obyek dari fisika sebagai bagian dari sains adalah kejadian alam. Kejadian alam ini kemudian dilukiskan. Antara fisika dengan kejadian alam dapat diibaratkan sebagai hubungan antara gambar dengan bendanya. Dalam melukiskan kejadian alam ini, fisika menggunakan matematika. Dengan demikian matematika berfungsi sebagai bahasa. Di samping itu, matematika juga berfungsi sebagai pisau analisis.

b. Hakekat Matematika

Secara epistemologi ilmu, matematika adalah bukan ilmu. Ia lebih merupakan bahasa artifisial yang bersifat eksak, cermat dan terbebas dari rona emosi (*emotional overtones*). Matematika adalah logika yang telah berkembang, yang memberikan sifat kuantitatif kepada ilmu pengetahuan. Matematika merupakan sarana berpikir deduktif yang amat berguna untuk membangun teori keilmuan dan menurunkan prediksi-prediksi daripadanya, dan untuk mengkomunikasikan hasil-hasil kegiatan keilmuan dengan benar dan jelas serta secara singkat dan cermat (Materi Dasar Kependidikan/IA, 1985/1986 : 57).

Matematika adalah bahasa yang melambangkan serangkaian makna dari pernyataan yang ingin disampaikan. Lambang-lambang matematika bersifat artifisial yang baru mempunyai arti setelah sebuah makna diberikan padanya. Tanpa itu matematika hanya merupakan rumus-rumus yang matematika (Materi Dasar Kependidikan/IA, 1985/1986 : 58). Sebagai bahasa, matematika berusaha menghilangkan sifat yang kabur, majemuk dan emosional dari bahasa verbal. Lambang-lambang dari matematika dibuat secara artifisial dan individual yang merupakan perjanjian khusus untuk masalah yang sedang dikaji.

Matematika mempunyai kelebihan lain dibandingkan bahasa verbal. Bahasa verbal hanya mampu mengemukakan pernyataan yang bersifat kualitatif, sedangkan matematika mengembangkan bahasa numerik yang memungkinkan kita untuk melakukan pengukuran secara kuantitatif. Sifat kuantitatif ini meningkatkan daya prediktif dan kontrol dari ilmu. Ilmu memberikan jawaban yang lebih bersifat eksak yang memungkinkan pemecahan masalah secara lebih tepat dan cermat.

Mengingat pentingnya peranan matematika bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya fisika, maka sudah sewajarnya bila perlu diadakan suatu usaha untuk meningkatkan penguasaan matematika dalam kegiatan belajar mengajar.

c. Pentingnya Interpretasi Fisis Bentuk Matematis dalam Pengajaran Fisika

Menurut Moh. Amin (1984 : 32), salah satu kategori tujuan pendidikan IPA (termasuk Fisika) adalah siswa mengerti isi (materi) pelajaran yang berupa konsep, prinsip dan sebagainya. Hal ini berarti bahwa dalam menyampaikan materi pelajaran IPA umumnya dan khususnya Fisika hendaknya selalu menekankan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang penting. Penekanan konsep adalah penting karena hal ini akan merupakan dasar bagi siswa untuk mempelajari Fisika lebih jauh. Jika konsep-konsep fisika diabaikan dan kepada siswa hanya diberikan rumus-rumus saja, hal ini merupakan penyimpangan terhadap tujuan pendidikan IPA umumnya dan khususnya Fisika.

Fisika merupakan sains yang bersifat kuantitatif, sehingga pada dasarnya semua konsep fisika dapat dinyatakan dalam bentuk angka. Dalam hal ini peranan matematika sangat besar. Rumusan matematis akan memberikan kesederhanaan dalam memerikan konsep maupun memudahkan dalam pemahaman akan gejala fisika yang terjadi (Mundilarto, 1987 : 1). Pendapat ini didukung oleh Herbert Druexes, dkk., (1986 : 42) yang menyatakan bahwa matematika terbukti sebagai alat yang paling berguna untuk menjelaskan alam.

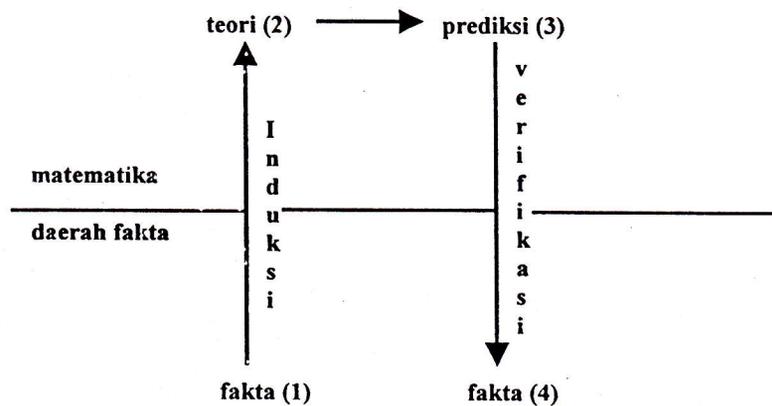
Suparwoto dan Juli Astono (1989 : 3) menyebutkan bahwa penguasaan konsep fisis mahasiswa akan selalu melibatkan kemampuan memerikan gejala, mengkomparasikan, menerapkan, dan memberikan contoh. Kesemuanya itu akan selalu didukung oleh pemahaman matematika yang merupakan penghubungnya. Menurut Moegiyono, belajar ilmu alam dimulai dari dasar-dasar ilmu alam kemudian melalui proses ilmu pasti diperoleh perumusan ilmu-ilmu pasti. Rumus-rumus ilmu pasti inilah yang akhirnya diinterpretasikan menjadi gejala-gejala alam (Bambang Ruwanto, 1989 : 38). Dengan demikian, interpretasi fisis bentuk matematika sangat diperlukan. Penerjemahan dari bentuk matematika ke bentuk fisis mutlak diperlukan dalam mempelajari fisika.

Di muka telah diuraikan bahwa kemampuan interpretasi fisis dari bentuk matematika mutlak diperlukan dalam belajar fisika. Secara umum interpretasi dapat diartikan sebagai kemampuan mengidentifikasi dan memahami ide atau konsep yang esensial dari suatu komunikasi. Dengan demikian interpretasi fisis dari bentuk matematika

dapat diartikan sebagai kemampuan mengidentifikasi dan memahami ide fisis atau konsep fisis yang esensial dalam relasi-relasi matematika (Jumadi, dkk., 1987 : 2).

d. Peran Laboratorium dalam Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Fisis Bentuk Matematis

Asas semua cabang ilmu pengetahuan, khususnya fisika sebagai salah satu cabang dari ilmu pengetahuan adalah pengamatan atau observasi. Bahkan untuk pengembangan sains, Einstein menekankan bahwa sains harus dimulai dengan fakta (1) dan berakhir dengan fakta (4). Fakta yang diperoleh kemudian menjadi fakta baru dan menjalani siklus yang sama (Anna Poedjiadi, 1987 : 17) (lihat Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Skema Pengembangan Sains

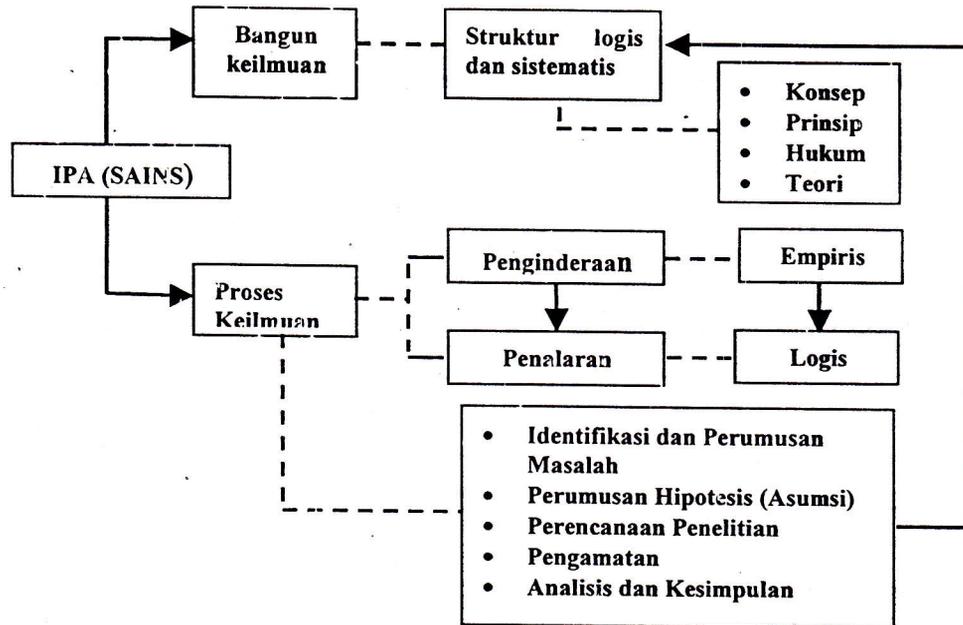
Di sini ilmuwan mengemukakan teorinya (2) secara tentatif melalui induksi yang diawali dengan mengumpulkan sejumlah fakta (1). Kemudian diadakan prediksi (3) melalui deduksi. Apabila sejumlah observasi yang dimaksudkan untuk verifikasi prediksi tadi tidak mendukung teori sebelumnya, maka teori lama diubah atau dimodifikasi menjadi teori baru. Dengan demikian, fakta pada tahap keempat ini merupakan fakta baru dan menjalani siklus yang sama seperti sebelumnya. Garis mendatar menunjukkan adanya pemisah antara daerah eksperimen yaitu fakta dengan teori yaitu daerah matematika.

Langkah induksi dapat diartikan sebagai proses ilmuwan dalam membentuk teori untuk menjelaskan fakta yang diobservasi. Pengetahuan induksi adalah empiris dan merupakan pemikiran untuk mencapai kesimpulan atau generalisasi dari fakta hasil observasi atau eksperimen. Adapun deduksi merupakan suatu langkah penarikan kesimpulan dari satu atau beberapa premis.

Oleh Sund sains didefinisikan sebagai bangun keilmuan (*“body of knowledge”*) dan sebagai proses keilmuan. Sebagai bangun keilmuan, sains merupakan suatu kumpulan

konsep-konsep, prinsip-prinsip, hukum-hukum, dan teori-teori. Sedangkan sebagai proses keilmuan, sains sering diartikan sebagai “*problem solving*”.

Menurut Mundilarto dan Jumadi (1984 : 4) struktur sains adalah :



Gambar 1.2. Struktur Sains.

Sesuai struktur sains tersebut, sains bukan semata-mata pengetahuan, tetapi lebih dari itu sains melibatkan operasi mental, ketrampilan manipulatif dan berhitung maupun strategi-strategi, dsb. dalam rangka menemukan hakekat alam. Hal tersebut menunjukkan bahwa sains bersifat dinamis dan tidak statis, dan semua itu terangkum dalam komponen proses keilmuan dalam sains. Dengan demikian sebagai proses keilmuan inilah yang memungkinkan sains digunakan sebagai sarana untuk mengembangkan keterampilan proses di dalam proses belajar mengajar IPA umumnya dan khususnya fisika.

Sesuai dengan struktur IPA (sains) di atas, sebaiknya di dalam proses belajar mengajar IPA umumnya dan khususnya fisika selalu menggunakan pendekatan yang melibatkan penalaran empirik yang berupa kegiatan laboratorium (observasi dan eksperimen) dan penalaran logik yang seimbang. Melalui cara belajar yang demikian, berarti memberi kesempatan yang seluas-luasnya kepada anak didik untuk dapat selalu terlibat aktif dalam rangka meningkatkan kemampuan intelektual dan berfikir untuk menumbuhkan rasa senang terhadap fisika. Dengan adanya rasa senang terhadap fisika diharapkan pencapaian hasil belajar untuk mata pelajaran fisika bisa optimal.

Menurut Francis Bacon, ada tiga hal yang harus dilakukan seseorang yang mempelajari fisika IPA umumnya dan khususnya fisika, yaitu :

- 1) Ia harus melakukan observasi dan memilih fakta-faktanya.
- 2) Ia harus menyusun hipotesis yang memuat kesimpulan dari pertautan fakta-fakta dan memberikan penjelasannya.
- 3) Ia harus banyak melakukan eksperimen berulang-ulang untuk membuktikan kebenaran atau sebaliknya menyalahkan hipotesis itu (Subiyanto : 1988 : 12).

Sejalan dengan pendapat di atas, maka pengembangan proses belajar mengajar IPA umumnya dan khususnya fisika yang berpangkal tolak dari observasi dan eksperimen sangat diperlukan, karena melalui kegiatan ini kesukaran dalam masalah pemahaman konsep, prinsip, hukum dan teori dalam fisika yang dinyatakan dalam bentuk matematis bisa diatasi.

C. KESIMPULAN

Laboratorium merupakan “jantung” dalam proses belajar mengajar IPA umumnya dan khususnya fisika. Melalui kegiatan laboratorium diharapkan siswa : 1) memperoleh kepastian informasi yang diberikan oleh guru, 2) dapat menentukan hubungan sebab akibat dari variabel-variabel fisis, 3) dapat membuktikan hukum-hukum tentang gejala tertentu, 4) dapat melakukan sendiri percobaan, 5) mampu mengembangkan keterampilan menggunakan alat, 6) mampu menerapkan metode ilmiah, 7) mampu melakukan penelitian perorangan maupun kelompok. Disamping itu, kegiatan laboratorium bermanfaat untuk : 1) mengajarkan fisika benar-benar sebagai IPA yang berakar pada percobaan, 2) membentuk sikap ilmiah pada diri siswa, 3) melatih kemampuan, ketelitian, dan kesabaran pada diri siswa, dan 4) belajar mengatur waktu.

Dengan demikian melalui kegiatan laboratorium, siswa berkesempatan membuktikan sendiri kebenaran rumus-rumus teoritis yang diperoleh, siswa mampu menginterpretasikan arti fisis dari bentuk (rumus) matematis, sehingga siswa tidak terjebak dalam hafalan matematis.

D. DAFTAR PUSTAKA

- Alonso Finn. (1980). *Fundamental University Physics*. Washington : DC Addison-Wesley Publishing Company
- Anna Poedjiadi. (1989). *Sejarah dan Filsafat Ilmu*. Bandung : Depdikbud, Proyek Pengembangan LPTK, FPs IKIP Bandung.

- Depdikbud. (1985/1986). Materi Dasar Kependidikan : Program Akta Mengajar V. Buku IA. *Filsafat Ilmu*. Jakarta : Depdikbud, Proyek Pengembangan Institusi Pendidikan Tinggi.
- GBHN 1993. (1997). Bahan Penataran P4 di Perguruan Tinggi Bagi Mahasiswa Baru Tahun Ajaran 1997/1998. Jakarta : Dirjendikti Depdikbud.
- Herbert Druces, et. al. (1986). *Kompendium Didaktik Fisika*. Alih Bahasa : Suparmo. Bandung : CV Remadja Karya.
- Jumadi, dkk. (1987). *Hubungan Antara Kemampuan Berpikir dengan Kemampuan Interpretasi Fisis Bentuk Matematika*. Laporan Penelitian. Yogyakarta : IKIP Yogyakarta.
- Moh. Amin. (1984). *Hakekat Science*. Yogyakarta : FPMIPA IKIP Yogyakarta.
- Mundilarto dan Jumadi. (1989). *Praktikum Semi Terbuka Model Yang diharapkan Dapat Mengembangkan Keterampilan Proses Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta*. Laporan Penelitian : FPMIPA IKIP Yogyakarta
- Paul Suparno, SJ, dkk. (2002). *Reformasi Pendidikan Sebuah Rekomendasi*. Yogyakarta : Kanisius
- Subiyanto. (1988). *Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta : Depdikbud