

PENDIDIKAN FISIKA SEBAGAI SALAH SATU BIDANG ILMU

Oleh: Ahmad Abu Hamid

Jurdik Fisika FMIPA UNY

ABSTRAK

Fisika dan Ilmu Pendidikan sebagai ilmu yang telah mapan, telah diketahui oleh banyak ilmuwan dan diakui sebagai salah satu bidang ilmu. Tetapi, Pendidikan Fisika belum banyak ilmuwan yang mengakui sebagai salah satu bidang ilmu. Pendidikan Fisika sebagai cabang dari Ilmu Pendidikan atau cabang dari Fisika atau sebagai Ilmu yang berdiri sendiri, ilmu yang otonom ? Hal ini masih menjadi polemik keilmuan yang belum ada jawaban yang tuntas.

Jika ditinjau dari segi etimologis, landasan ontologis, landasan epistemologis, dan landasan aksiologisnya; Pendidikan Fisika merupakan salah satu bidang ilmu yang otonom. Pendidikan Fisika merupakan ilmu yang objektif, metodis, sistematis, dan sistemik, serta bersifat universal. Pendidikan Fisika sebagai ilmu membutuhkan dukungan ilmu-ilmu lainnya, terutama Fisika.

Kata Kunci: *Pendidikan Fisika dan Ilmu.*

I. PENDAHULUAN

Apakah pengetahuan, ilmu pengetahuan, dan ilmu itu ? Menurut Hendro Darmodjo (1986: 1.2-1.7), pengetahuan adalah apa saja yang diketahui manusia, tanpa menghiraukan apakah benar atau salah dan tanpa menghiraukan dari mana asal muasalnya pengetahuan itu. Sedangkan ilmu adalah bagian dari pengetahuan manusia yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Ilmu merupakan pengetahuan ilmiah atau ilmu pengetahuan. Jadi, ilmu atau ilmu pengetahuan adalah pengetahuan yang telah diuji kebenarannya dengan metode ilmiah. Pengetahuan itu mempunyai sumber pengetahuan dan kriteria kebenaran. Sedangkan ilmu mempunyai sumber ilmu, kriteria kebenaran, dan metode ilmiah. Dalam tulisan ini penulis menggunakan istilah **ilmu bukan ilmu pengetahuan**.

Ilmu dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu: Ilmu-Ilmu Alamiah (*Natural Sciences*) yang bidang kajiannya adalah alam semesta termasuk manusia di dalamnya dan Ilmu-Ilmu Sosial (*Social Sciences*) yang bidang kajiannya adalah tingkah laku manusia. Ilmu-Ilmu Alamiah (IA) dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu Ilmu Alam (*Physical Sciences*) yang bidang kajiannya adalah benda-benda tak hidup dan Ilmu Hayat (*Biological Sciences*)

Sciences) yang bidang kajiannya makhluk hidup dan lingkungannya. Ilmu Alam dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu:

1. **Fisika** (*Physics*) yang bidang kajiannya adalah energi, gelombang, medan, dan perubahan yang mengikutinya. Dalam hal ini perubahan yang terjadi bersifat sementara.
2. Kimia (*Chemistry*) yang bidang kajiannya adalah benda-benda tak hidup dan perubahannya. Dalam hal ini perubahannya bersifat tetap.

Ilmu-Ilmu Sosial dan Kemanusiaan (ISK) bidang kajiannya adalah tingkah laku manusia di dalam lingkungannya. ISK digolongkan menjadi banyak cabang, antara lain: sosiologi, psikologi, filsafat, sejarah, arkeologi, ekonomi, dan **ilmu pendidikan**.

Menurut Hidajat Nataatmadja (1985: 25) hierarkhis ilmu-ilmu objektif adalah:

A. Ilmu Dasar

Ilmu Dasar terbagi menjadi

1. Logika Formal
2. Matematika dan Statistika, dan
3. Filsafat sebagai ilmu lintas disiplin yang menghubungkan antara ilmu objektif dan ilmu subjektif.

B. Ilmu Kebendaan dan Hayati

Ilmu Kebendaan dan Hayati terdiri dari

1. **Fisika (Mekanika)** sebagai ilmu lintas disiplin dalam dunia kebendaan
2. Ilmu-Ilmu Disipliner, seperti Elektronika, Fisiologi, dan Aerodinamika
3. Ilmu-Ilmu Terapan atau Teknologi, seperti Teknik Mesin, Teknik Sipil, Teknik Listrik, Teknik Geodesi, dan Agronomi.

C. Ilmu Kemanusiaan

Ilmu Kemanusiaan terdiri dari

1. Humanika, sebagai ilmu lintas disiplin dalam dunia kemanusiaan
2. Ilmu-Ilmu Disipliner, seperti Ekonomi, Sosiologi, dan Psikologi
3. Ilmu-Ilmu Terapan atau Teknologi, misalnya Ilmu Manajemen dan **Ilmu Pendidikan**.

Dua contoh di atas menunjukkan, bahwa **Pendidikan Fisika** (*Physics Education* atau *Education of Physics*) tidak termasuk dalam pembagian ilmu-ilmu besar yang sudah mengakar. Demikian pula, apabila kita baca dan kita kaji isi Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1961 Bab II pasal 7 dan penjelasannya, tampak bahwa Pendidikan Fisika belum

diakui sebagai salah satu bidang ilmu. Dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional, dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 27, 28, dan 29 tentang pelaksanaan undang-undang sistem pendidikan nasional, serta dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, Pendidikan Fisika juga tidak termasuk di dalam pembahasan dan penjelasannya. Jadi, Pendidikan Fisika itu merupakan salah satu bidang ilmu atau sebutan dalam bidang pendidikan dan pembelajaran suatu mata pelajaran ?

Secara umum dapat dikatakan, bahwa pendidikan fisika belum diakui sebagai salah satu bidang ilmu. Hal ini mungkin karena landasan etimologis, ontologis, epistemologis, dan landasan aksiologis pendidikan fisika belum ditemukan. Mungkin juga karena metodologi, objek dan persoalan, serta badan ilmu pendidikan fisika belum diketahui, atau ada kemungkinan lainnya yang belum dikenal. Oleh karena itu, tulisan ini akan membahas, bahwa pendidikan fisika itu merupakan salah satu bidang ilmu. Syarat-syaratnya apa agar pendidikan fisika dapat diakui sebagai salah satu bidang ilmu ? Apakah pendidikan fisika merupakan bagian dari ilmu pendidikan atau merupakan bagian dari fisika ?

II. KAJIAN TEORITIS DAN PEMBAHASAN

A. Pengetahuan dan Ilmu

Konsep pengetahuan, ilmu pengetahuan, dan konsep ilmu sering diperdebatkan orang. Menurut Hendro Darmodjo (1986: 1.2), pengetahuan adalah apa saja yang diketahui manusia, tanpa menghiraukan apakah benar atau salah dan tanpa menghiraukan dari mana asal muasal pengetahuan itu. Apakah berasal dari mimpi, wangsita, atau berasal dari hasil khayalan manusia. Pengetahuan manusia itu diperoleh dari berbagai sumber.

Menurut Hendro Darmodjo (1986: 1.2-1.4), sumber utama pengetahuan antara lain:

1. panca indera, sehingga pengetahuan manusia bersifat faktual atau konkret.
2. pemikiran manusia, sehingga pengetahuan yang diperoleh bersifat konkret dan adakalanya bersifat abstrak. Hasil ulah fikir manusia itu ada beberapa bentuk, misalnya:
 - a. mithos, yaitu gabungan antara pemikiran, pengalaman, dan kepercayaan yang dipercaya begitu saja tanpa ada buktinya.
 - b. filsafat, yaitu hasil pemikiran yang mendalam tentang sesuatu hal dengan mengandalkan daya kemampuan fikiran semata.

- c. ilmu, yaitu hasil pemikiran manusia yang telah diuji kebenarannya dengan kenyataannya secara empiris.
3. wahyu. Banyak pengetahuan yang bersumber pada wahyu yang tak bisa dijangkau dengan ilmu, karena ilmu membatasi diri pada dunia yang nyata, dunia empiris.
4. intuisi. Intuisi merupakan gabungan antara fikiran dan perasaan. Biasanya intuisi timbul tanpa disadari (di bawah ambang kesadaran manusia), mengapa ia berpendapat atau berkesimpulan demikian.

Pengetahuan tidak membatasi mana yang benar dan mana yang salah, tetapi kalau **ilmu** membatasi diri pada yang benar saja. Ini berarti, **ilmu** merupakan pengetahuan manusia yang benar yang kebenarannya dapat dibuktikan dengan cara-cara tertentu dan terkontrol. Cara-cara ini disebut metode ilmiah. Dalam hal ini, kita harus hati-hati, karena **tidak semua pengetahuan yang benar itu adalah ilmu**. Hal ini disebabkan karena kebenaran itu ada bermacam-macam, tergantung dari kriteria dalam menetapkan kebenaran.

Kriteria kebenaran minimal ada 3 (tiga), yaitu:

1. **kriteria kebenaran ilmu.** Kebenaran ilmu menganggap sesuatu itu benar bila ditinjau secara deduktif maupun induktif adalah benar. Ditinjau secara deduktif, sesuatu itu benar bila masuk akal, sedangkan sesuatu itu benar secara induktif apabila sesuatu itu sesuai dengan kenyataan. Kesesuaian dengan kenyataan ini biasa disebut objektif. Karena berhubungan dengan objeknya, maka teori kebenaran ini disebut kebenaran korespondensi.
2. **kriteria kebenaran filosofis.** Kebenaran filosofis ukuran kebenarannya didasarkan pada logika atau rasio. Ini berarti sesuatu itu dianggap benar apabila masuk akal. Pada hal akal atau fikiran kita dapat menembus dunia abstrak di luar dunia empiris. Untuk ini uji kebenarannya dengan menggunakan uji logika analogi.
3. **kriteria kebenaran pragmatis.** Kriteria kebenaran pragmatis atau kebenaran pragmatisme diukur dari fungsinya. Ilmu dianggap benar apabila ia berfungsi atau ada efeknya secara praktis. Ini berarti, ilmu harus idealis dan praktis.

Ilmu dapat ditinjau dari segi objek dan persoalannya, dari segi prosesnya atau metodologinya, serta dapat ditinjau dari segi struktur keilmuannya. Jika ditinjau dari objek dan persoalannya, ilmu itu mendambakan kebenaran yang bersifat objektif atas dasar pengalaman-pengalaman empiris. Jika ditinjau dari metodologinya, ilmu itu diperoleh dengan metode ilmiah yang teratur dan terkontrol. Ada 4 (empat) langkah metode ilmiah,

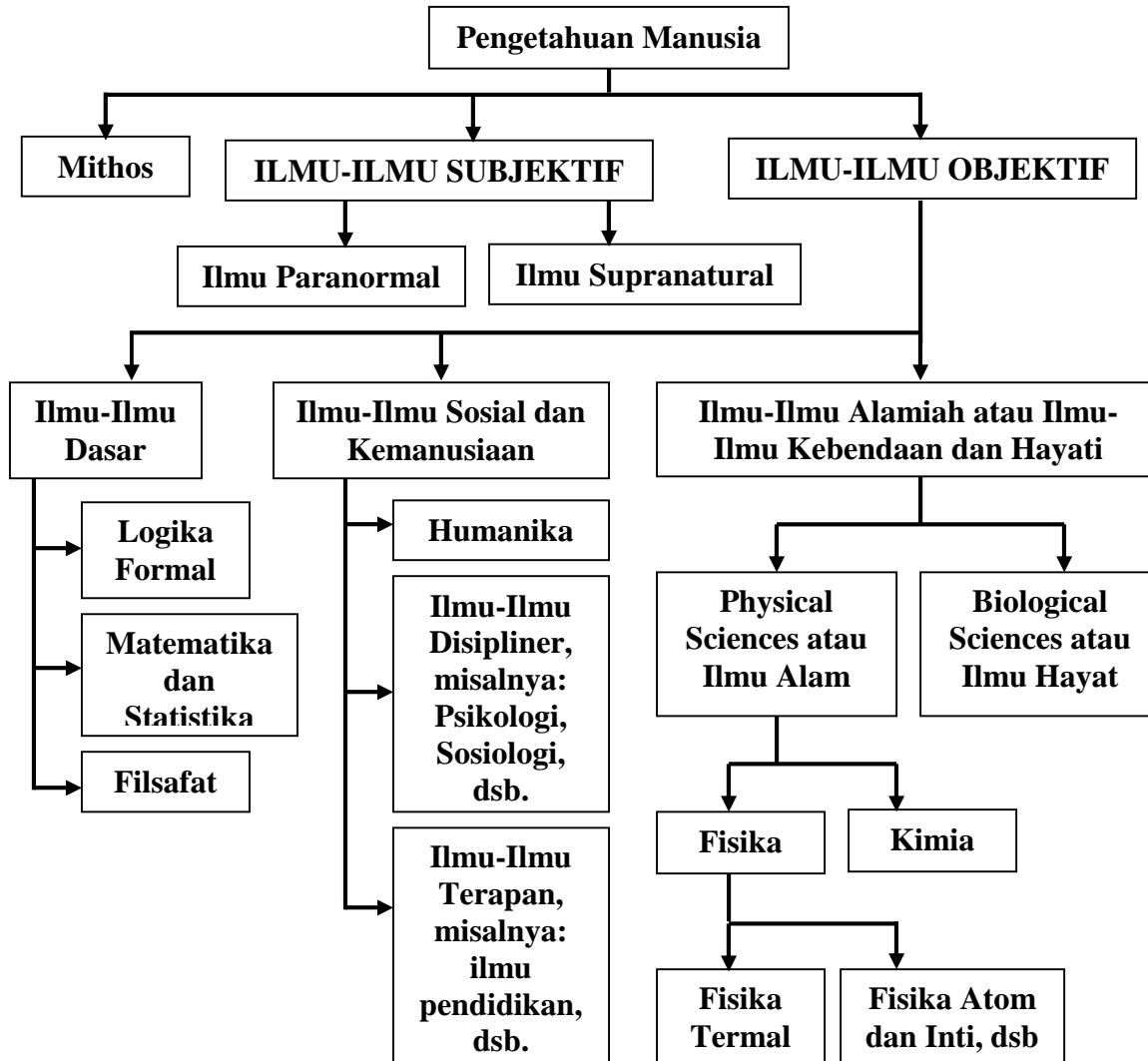
yaitu: perumusan masalah, penalaran yang menghasilkan hipotesis, pengujian hipotesis yang merupakan penalaran yang logis dan rasional, serta penarikan kesimpulan. Jika ditinjau dari struktur keilmuannya, ilmu itu harus tersusun secara sistematis, urut, dan masuk akal. Ilmu harus tersusun secara sistemik, dalam arti ilmu itu harus tersusun dalam suatu sistem, tidak berdiri sendiri, satu dengan lainnya saling terkait, dan saling menjelaskan; sehingga seluruh bangun keilmuan itu merupakan suatu kesatuan yang utuh. Ilmu juga harus bersifat universal, artinya ilmu itu harus dapat diamati oleh seseorang atau semua orang dengan kondisi yang sama dan cara yang sama, sehingga dapat diperoleh kesimpulan yang sama pula; dimanapun dan kapanpun, yang melaksanakan itu pelajar atau seorang doktor dengan batas-batas kesalahan yang dapat diterima secara umum. Dengan demikian, ilmu itu bersifat

1. objektif,
2. metodis (metodik),
3. sistematis dan sistemik, serta
4. universal.

B. Ilmu Pendidikan dan Ilmu Alam (Fisika)

Struktur pengetahuan manusia dapat digambarkan seperti gambar 1. Tampak dalam struktur pengetahuan manusia, bahwa mithos bukan ilmu. Mengapa demikian ? Karena mithos merupakan hasil gabungan antara pemikiran, pengalaman, dan kepercayaan. Mithos merupakan pengetahuan manusia yang dipercaya begitu saja tanpa ada fakta kebenarannya, dengan ciri: irrasional dan ada fakta, tetapi salah penjelasannya.

Ilmu paranormal dan ilmu supranatural termasuk bagian dari ilmu subjektif, ilmu mengenai subjek, atau ilmu mengenai ruh yang tidak bisa didekati dengan metode ilmu objektif atau metode ilmiah. Ada perbedaan antara ilmu paranormal dan ilmu supranatural. Perbedaanya adalah pada laku atau metodenya. Laku pada ilmu paranormal tidak sesuai dengan syari'at agama, sedangkan laku pada ilmu supranatural sesuai dengan syari'at agama. Ilmu supranatural mempunyai fakta dan akan mempunyai fakta yang beritanya diperoleh dari wahyu Allah SWT. Fakta yang akan muncul ini bersifat transrasional atau di luar jangkauan akal-budi manusia.



Gambar 1: Struktur Pengetahuan Manusia

Wawasan ilmu objektif itu mencakup seluruh aspek dunia objek, dunia materi, dan dunia empiris tempat manusia hidup. Pengetahuan mengenai dunia objektif inilah yang dikaji melalui ilmu objektif dengan metode ilmiah. Perlu kita ketahui, bahwa ilmu supranatural merupakan ilmu subjektif yang hak (benar secara mutlak), sebagaimana ilmu-ilmu alamiah atau ilmu kebendaan dan hayati merupakan ilmu objektif yang hak (benar, walaupun kebenarannya bersifat tentatif). Sebagaimana ilmu-ilmu alamiah merupakan ilmu dasar di dunia empiris, begitu pula ilmu supranatural merupakan ilmu dasar bagi keseluruhan ilmu, termasuk ilmu objektif. Dengan demikian, yang dimaksud dengan ILMU dalam gambar 1 adalah ilmu-ilmu objektif.

Ilmu Pendidikan termasuk ilmu-ilmu sosial dan kemanusiaan. Ilmu pendidikan termasuk ilmu yang usianya sama dengan usia manusia. Hidajat Nataatmadja (1985: 24)

mengemukakan, sebagaimana dikiaskan dalam kisah penciptaan Nabi Adam a.s., dunia objektif ini merupakan dunia asing bagi ruh yang ditiupkan ke tubuh Adam. Karena itulah anak cucu Adam selalu mempertanyakan makna eksistensi dirinya dan selalu berjuang untuk mencari apa makna kehidupan di dunia ini. Kemudian Allah SWT memberi tahu kepada Adam tentang nama-nama benda dan fungsinya. Mulai saat itu, pendidikan telah dimulai. Pendidikan dengan pendekatan konsep.

Ahmad Sahirul Alim (1991: 1) menyatakan, Nabi Dawud a.s., diberi tahu oleh Allah SWT tentang pembuatan baju pelindung dari besi yang dapat dipakainya dalam peperangan. Ini berarti, beliau diberi ilmu tentang pembuatan baju perang, beliau memperoleh *know how* dan menguasai teknologinya. Begitu pula Nabi Sulaiman a.s., beliau diberi tahu oleh Allah SWT tentang pemanfaatan energi angin, sehingga beliau dapat melawat dengan cepat ke negeri-negeri di sekitarnya. Ini berarti, beliau memperoleh teknologi pengendalian energi angin. Pada saat itu pula terjadi proses pendidikan, yang memberi tahukan barang yang belum diketahui, difahami, dan yang belum pernah dibuat oleh orang lain.

Rosullulloh Muhammad s.a.w., disuruh Allah SWT untuk membaca penciptaan manusia dan pengajarannya. Allah telah menciptakan manusia dari segumpal darah dan mengajarnya dengan kalam. Allah SWT telah mengajar manusia sesuatu yang tidak diketahui. Beliau juga diperintahkan untuk melakukan pengamatan terhadap unta, bagaimana unta itu diciptakan, terhadap langit, bagaimana langit ditinggikan, terhadap gunung, bagaimana gunung ditegakkan, dan pengamatan terhadap bumi, bagaimana bumi itu didatarkan. Ini berarti, Muhammad s.a.w., diberi pelajaran oleh Allah SWT dengan pendekatan proses. Beliau disuruh mengamati gejala alam, menemukan konsep tentang alam, dan menerapkan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Contoh-contoh tersebut di atas menggambarkan adanya fihak yang memberi tahu dan fihak yang diberi tahu. Pada awalnya fihak yang memberi tahu adalah Allah SWT dan fihak yang diberi tahu adalah para nabi dan rosul-Nya. Pada akhirnya fihak yang memberi tahu disebut pendidik atau guru dan fihak yang diberi tahu disebut subjek didik, atau siswa, atau murid (dari asal kata arada, yuridu, muridun / murid, yang berarti orang yang menghendaki ilmu). Jadi, dalam proses pendidikan, minimal, harus ada guru, murid, tujuan pendidikan, materi ajar, media pendidikan, dan evaluasi.

Praktik kependidikan atau proses pendidikan telah tergambar dalam contoh-contoh di atas. Persoalannya sekarang ialah, apakah ilmu pendidikan itu ? Menurut Imam Barnadib (1982: 5), ilmu pendidikan atau paedagogik adalah ilmu yang membicarakan masalah-masalah

pendidikan, secara umum, menyeluruh, dan abstrak. Ilmu pendidikan bersifat teoritis dan praktis. Untuk yang teoritis diutarakan hal-hal yang normatif, sedangkan yang praktis, menunjukkan bagaimana pendidikan itu harus dilaksanakan.

Driyarkara (1980: 5) menyatakan, ilmu pendidikan adalah pemikiran ilmiah, pemikiran yang bersifat kritis, metodis, dan sistematis, tentang realita yang kita sebut pendidikan. Lebih jauh Dwi Siswoyo (1996: 10-11) menyatakan, ilmu pendidikan memiliki peranan fundamental dalam pendidikan. Pokok persoalan atau objek formal ilmu pendidikan adalah fenomena pendidikan dan semua fenomena yang berhubungan dengan pendidikan yang dapat dikelompokkan menjadi: masalah filosofis, masalah ilmiah, dan masalah praktis. Dalam usaha membangun ilmu pendidikan kita hendaknya tidak mengidentikkan ilmu pendidikan dengan ilmu-ilmu tentang pendidikan atau ilmu kependidikan yang bersifat parsial disintegratif dengan bidang-bidang yang terpisah. Misalnya: pendidikan fisika, pendidikan matematika, pendidikan ekonomi dan akuntansi, pendidikan bahasa inggris, pendidikan teknik elektro, pendidikan sejarah, dan pendidikan kewarganegaraan.

Ilmu pendidikan berwatak ganda, yaitu: ilmu yang bersifat deskriptif normatif dan ilmu yang bersifat teoritis praktis. Pada saat membahas tujuan pendidikan ilmu pendidikan bersifat filosofis dan pada saat membahas materi pembelajaran, alat-alat pembelajaran, pendekatan, metode, strategi, dan teknik mengajar yang digunakan untuk merealisasikan tujuan pembelajaran; ilmu pendidikan bersifat empiris. Jadi, berfilsafat dalam suatu situasi praktis adalah bentuk dasar dari ilmu pendidikan.

Persoalannya ialah: apakah Pendidikan Fisika itu bagian dari ilmu pendidikan ? Di atas telah disebutkan, bahwa dalam mengembangkan ilmu pendidikan kita tidak boleh mengidentikkan ilmu pendidikan dengan ilmu tentang pendidikan yang bersifat parsial dan disintegratif. Jadi, Pendidikan Fisika bukan bagian dari ilmu pendidikan.

Jika ditinjau dari ilmu-ilmu kebendaan dan hayati, khususnya Fisika, apakah Pendidikan Fisika termasuk dalam bagian Fisika (*Physics*) ? Menurut Muslim (1990: 1), fisika (*Physics*) termasuk salah satu cabang dari ilmu-ilmu alamiah (*Natural Sciences*) yang pada mulanya dikenal sebagai filsafat kealaman (*Natural Philosophy*). Fisika mencoba menelaah gejala-gejala alam dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari atau teknologi. Muslim (1997: 1) menyatakan, fisika merupakan ilmu dasar yang mengkaji secara numeratif asas-asas dan hukum-hukum yang menguasai perilaku dunia fisis yang menyangkut energi dalam segala perwujudannya mulai dari gejala-gejala pada daerah

zarah subatomik berukuran kecil sampai pada jagad raya yang berukuran besar, serta kemungkinan implementasinya dalam teknologi dan ilmu-ilmu lain.

Muslim (1998: 2) menyatakan, bahwa fisika mempunyai cita-cita membongkar, mengungkap, dan mendokumentasikan rahasia alam semesta secara ilmiah dalam bentuk aturan, hukum-hukum, dan asas-asas fisika; serta bersama-sama dengan bidang teknologi mengupayakan hasil-hasil temuan ilmiah tersebut untuk meningkatkan kesejahteraan alam seisinya. Sebagai salah satu cabang ilmu, dalam upaya mencapai visinya, fisika menganut metodologi ilmiah yang memuat tiga unsur kegiatan yang terpadu dan membentuk daur, yaitu: *empirico, logico, dan verificatio*.

Lebih jauh Muslim dan Suparwoto (2002: 3-4) menyatakan, keilmuan fisika mencakup perangkat keilmuan, telaah keilmuan, perangkat pengamatan, dan perangkat analisis. Keempat perangkat ini bersinergi satu sama lain dalam membangun konsep, prinsip, teori, dan hukum-hukum fisika. Pendapat ini juga terdapat dalam kurikulum 2004 SMA, pedoman khusus pengembangan silabus dan penilaian mata pelajaran fisika, yang dikeluarkan oleh direktorat pendidikan menengah umum tahun 2003 halaman 2 dan 3.

Menurut A. Rahman Omar (2000: 103-104), istilah fisika yang difahami sekarang merupakan istilah yang agak baru, Isaac Newton, tidak mengatakan dirinya ahli fisika, tetapi menganggap dirinya ahli filsafat kealaman (*Natural Philosophy*). Fisika adalah salah satu cabang ilmu-ilmu alamiah (*Natural Sciences*). Fisika terdiri dari: fisika atom dan molekul, fisika nuklir, fisika zat padat, dan fisika energi tinggi. Kini biofisika dan fisika kedokteran juga diterima sebagai cabang fisika. Tho Lai Hoong dkk. (2001: 2) mendefinisikan fisika sebagai sebuah sistem ilmu mengenai alam serta pengaruhnya terhadap manusia dan lingkungannya. Fisika merupakan ilmu yang selalu akan berubah sesuai dengan perkembangan alat penelitiannya dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari yang disebut teknologi. Lebih lanjut, Balakrishna Vyjanthimala dkk. (2001: 3) menyebutkan, bahwa fisika merupakan ilmu tentang benda-benda di sekitar kita dan bagaimana caranya menggunakan benda-benda di sekeliling kita untuk membuat kehidupan menjadi mudah dan nyaman.

Contoh-contoh di atas merupakan definisi fisika. Fisika adalah ilmu dasar. Perangkat keilmuan fisika mencakup objek dan persoalan fisika yang meliputi: zat, energi, gelombang, medan, serta perubahan dan fenomena alam yang menyertainya. Telaah keilmuan mencakup bangun ilmu yang meliputi: fisika matematika, mekanika, mekanika relativistik, gravitasi, akustik, optika, kelistrikan dan kemagnetan, fisika atom dan inti,

fisika zat padat, geofisika, serta astrofisika. Perangkat pengamatan mencakup perangkat untuk melaksanakan observasi yang berguna untuk menelaah fenomena objek dan kejadian fisis di daerah makroskopis dan mikroskopis. Perangkat pengamatan mencakup alat ukur besaran fisis dan tata kerja dalam pelaksanaan eksperimen. Sedangkan perangkat analisis merupakan perangkat dalam melaksanakan perhitungan terhadap hasil pengukuran. Perangkat ini meliputi penguasaan kemampuan matematis, misalnya: di bidang aljabar, trigonometri, geometri bidang, geometri ruang, dan statistika. Dalam hal ini fisika pendidikan atau pendidikan fisika bukan bagian dari fisika, karena objek dan persoalannya berbeda, metodologi, serta bangun keilmuannya berbeda.

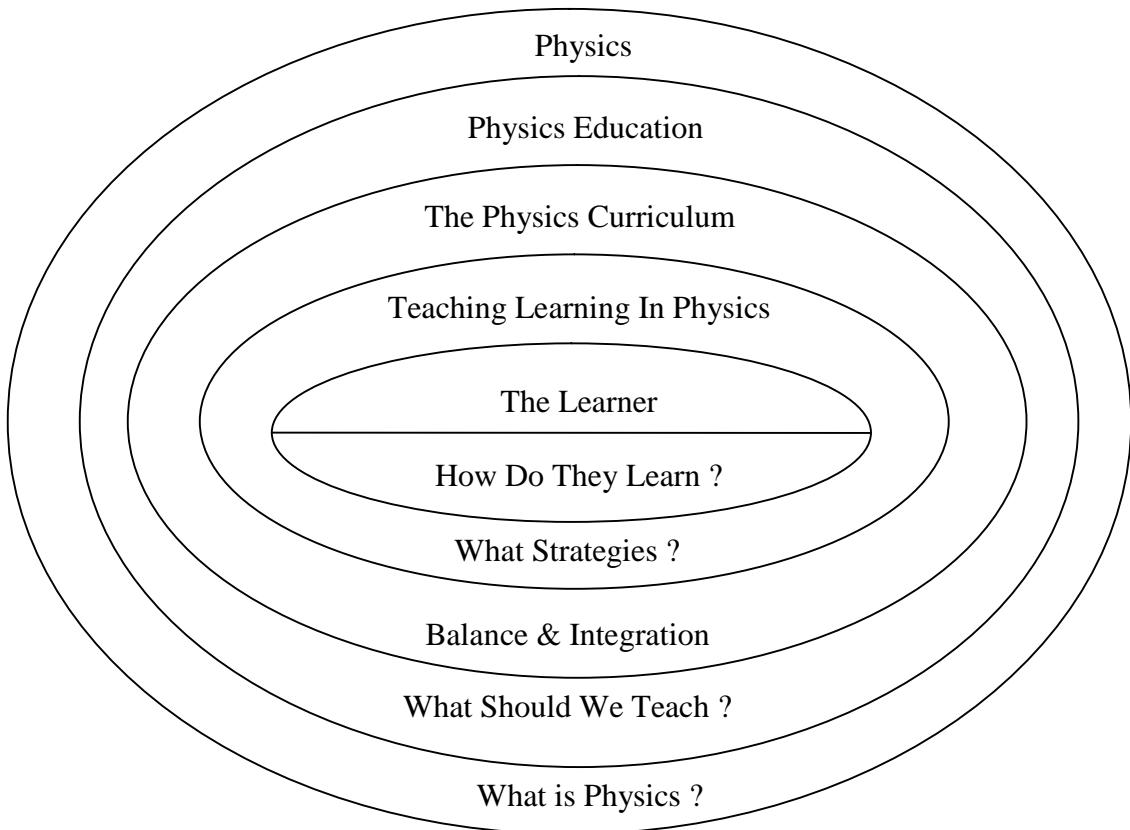
C. Pendidikan Fisika sebagai Bidang Ilmu yang Otonom

Pada awalnya, dalam anggaran dasar dan anggaran rumah tangga (AD ART) himpunan fisikawan Indonesia (HFI), ilmuwan atau praktisi dalam bidang pendidikan fisika tidak dimasukkan dalam anggota HFI. Namun, pada seminar HFI cabang Yogyakarta dan sekitarnya (HFIY) yang diadakan di IKIP Semarang sekitar tahun 1986, ada usulan dari aktifis HFI yang berprofesi sebagai dosen di jurusan pendidikan fisika, agar ilmuwan pendidikan fisika dimasukkan dalam deretan anggota HFI yang semula hanya fisikawan saja. Atas usulan ini AD ART HFI diubah dan memasukkan ilmuwan pendidikan fisika sebagai anggota HFI. Kemudian, pada tahun 1989 simposium fisika nasional XII HFI dilaksanakan di IKIP Yogyakarta. Dalam prosiding (1989: v-vi) yang diterbitkan oleh HFI, makalah ilmiah yang disajikan terdiri dari kelompok bidang: Fisika Atom, Molekul, dan Inti, Fisika Zat Padat dan Material, Fisika Teori, Fisika Reaktor dan Neutron, Instrumentasi dan Fisika Terapan, Optika dan Aplikasi Laser, Geofisika, Meteorologi, dan Fisika Angkasa, Fisika Interdisipliner, Fisika Komputasi, serta **Pendidikan Fisika**.

Ini berati, pendidikan fisika sudah diakui oleh masyarakat ilmiah khususnya HFI, sebagai salah satu bidang ilmu yang pada awalnya dimasukkan dalam kelompok bidang ilmu lain-lain. Perjuangan yang cukup lama bagi ilmuwan pendidikan fisika, agar pendidikan fisika diakui sebagai bidang ilmu yang otonom.

Hajira Bee Abdul Rahman (1998: 6) menyatakan, bahwa kerangka kerja konseptual yang berkaitan dengan pendidikan fisika yang harus diketahui adalah seperti gambar 2. Untuk memahami pendidikan fisika harus memahami terlebih dulu apa makna fisika. Kemudian, harus memahami arti pertanyaan: apakah yang seharusnya diajarkan ? Ini

berarti harus memahami hakikat kurikulum fisika. Baru memahami hakikat pembelajaran fisika yang seharusnya setimbang dan terintegrasi dengan karakter fisika. Karakter fisika antara lain: adanya pengamatan, pengukuran, dan penalaran (aspek metodologi) untuk memperoleh kesimpulan (aspek konseptualisasi) yang berupa konsep (aspek pemahaman konsep) yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (aspek aplikasi konsep), serta aspek tata nilai, misalnya: jujur, disiplin, rasa ingin tahu, mau dan mampu bekerja sama, objektif, berfikiran kritis dan kreatif, dan produktif. Jadi, pendidikan fisika, seperti ilmu-ilmu lainnya, memerlukan bantuan atau dukungan dari ilmu lain, khususnya fisika.



Gambar 2: Kerangka Kerja Konseptual dalam Pendidikan Ilmu-Ilmu Kealaman

Menurut Tim Penyusun Kamus dari pusat pembinaan dan pengembangan bahasa (P3B) Departemen Pendidikan dan Kebudayaan (Depdikbud) (1995: 14), pembelajaran berarti proses atau cara menjadikan seseorang belajar. Berarti, pembelajaran fisika merupakan proses atau cara untuk menjadikan seseorang belajar fisika. Dalam pembelajaran fisika, minimal, berkaitan erat dengan

1. pendekatan, metode, strategi, dan teknik-teknik mengajar,
2. media atau alat bantu pembelajaran dan sumber belajar,

3. tujuan pembelajaran,
4. evaluasi (*evaluation*) dan penilaian (*assessment*), serta
5. karakter (sifat dan perilaku) murid yang dapat ditinjau dari aspek psikologis, sosiologis, budaya, dan aspek ekonomi murid.

Hal ini sesuai dengan pendapat Khalijah Mohammad Salleh (1989: 1) yang menyatakan, bahwa pendidikan fisika tidak lengkap seandainya pendidikan fisika diisi dengan fakta, metodologi, dan teknologi saja. Pendidikan fisika seharusnya memandang murid sebagai seorang manusia yang mempunyai potensi kreatif dan produktif. Pendidikan fisika seharusnya membolehkan murid melihat fisika bukan saja dari sudut fisika sebagai satu bidang ilmu, tetapi membolehkan murid untuk meletakkan dirinya sebagai seorang ahli fisika (fisikawan) dalam lingkungan sosial yang lebih luas yang meliputi aspek kemanusiaan, kemasyarakatan, kenegaraan, dan tidak ketinggalan pula aspek keruhanian. Implikasi dimensi sosial terhadap pendidikan fisika adalah pada pengembangan kurikulum mata pelajaran fisika. Aspek ini terkait dengan aspek pengembangan pendidikan fisika atau aspek kebijakan dalam pendidikan fisika.

Pendidikan fisika di Indonesia ternyata masih sangat lemah, baik di tingkat sekolah menengah sampai perguruan tinggi. Menurut Parangtopo (1994: 207-208), kelemahan terutama terdapat pada kemampuan guru-guru dan pengajar yang umumnya sangat minim kemampuannya dalam fisika. Pendidikan guru bidang fisika input maupun output mahasiswanya sangat rendah, sehingga memerlukan mobilisasi pendidikan guru fisika. Jadi, wawasan pendidikan kita harus dapat membawa bangsa kita menuju kepada masyarakat modern yang bersifat efisien, efektif, kreatif, produktif, dan dengan mobilitas tinggi, serta menjunjung tinggi ketuhanan yang maha esa dan perikemanusiaan yang luhur. Inilah cita-cita pendidikan fisika. Implikasinya adalah pada pengembangan pembelajaran, kurikulum, media, alat evaluasi dan penilaian, serta pengembangan sumber belajar fisika yang berkaitan erat dengan kebijakan pendidikan fisika.

Mochtar Buchori (1992: 26) mengatakan, usaha-usaha untuk menyempurnakan pendidikan fisika meliputi langkah-langkah berikut.

1. Penentuan kurikulum standar,
2. Penentuan pembelajaran yang standar,
3. Penentuan penilaian (*assessment*) standar, dan
4. Penentuan buku-buku standar.

Upaya perbaikan pendidikan fisika tidak hanya pada penentuan kurikulum, tetapi harus pada fraksis pendidikan yang terkecil, yaitu: pembelajaran di kelas atau laboratorium atau di lingkungan sekitar murid. Pendidikan fisika harus berani memerdekan murid, sehingga murid belajar fisika dengan senang. Budaya pembelajaran fisika harus diubah, pembelajaran fisika harus menjadi pembelajaran yang mengupayakan murid untuk *learning by doing, learning by process skill, learning how to learn, learning to live together, learning to be, learning to know, dan learning by experiences*.

Bahasan di atas baru mengenai segi praktis dari pendidikan fisika. Aspek etimologis, landasan ontologis, landasan epistemologis, dan landasan aksiologisnya apa ? Apakah pendidikan fisika merupakan ilmu yang objektif, metodik, sistematik dan sistemik, serta universal ? Apakah pendidikan fisika sebagai ilmu sudah memenuhi kebenaran korespondensi, kebenaran filosofis, kebenaran koherensi, dan kebenaran pragmatisme ? Kawasan penelitian pendidikan fisika itu apa saja ?

Aspek etimologis pada hakikatnya dekat dengan landasan ontologis. Mengapa ? Karena keduanya ingin menjawab pertanyaan: apakah Pendidikan Fisika itu ? Oleh sebab itu, dalam bahasan ini, landasan ontologis dijadikan satu dengan pembahasan aspek etimologis.

Pendidikan Fisika berasal dari dua kata, yaitu pendidikan dan fisika. Kata pendidikan dalam bahasa inggrisnya adalah *education* dan kata fisika dalam bahasa inggrisnya adalah *physics*. Pendidikan fisika dalam bahasa inggrisnya adalah: *Physics Education* atau *Education of Physics*. Menurut Tim Penyusun Kamus Besar Bahasa Indonesia (1995: 232), pendidikan berarti proses pengubahan sikap dan perilaku seseorang atau sekelompok orang dalam usaha mendewasakan manusia melalui upaya pengajaran dan pelatihan. Sedangkan pendidikan fisika merupakan pendidikan yang berhubungan dengan bidang fisika.

Secara umum dapat dikatakan, bahwa pendidikan fisika ialah ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pembelajaran fisika dengan fisika sebagai alat bantu utamanya. Dalam praktiknya, ilmu yang namanya pendidikan fisika juga didukung oleh ilmu-ilmu lainnya, misalnya:

1. filsafat, untuk mencari kebenaran filosofis ilmu yang namanya pendidikan fisika,
 2. psikologi, untuk memperoleh gambaran tentang karakteristik guru dan murid.
- Misalnya: tingkat kecerdasan (IQ), tingkat kecerdasan emosinya (EQ), tingkat

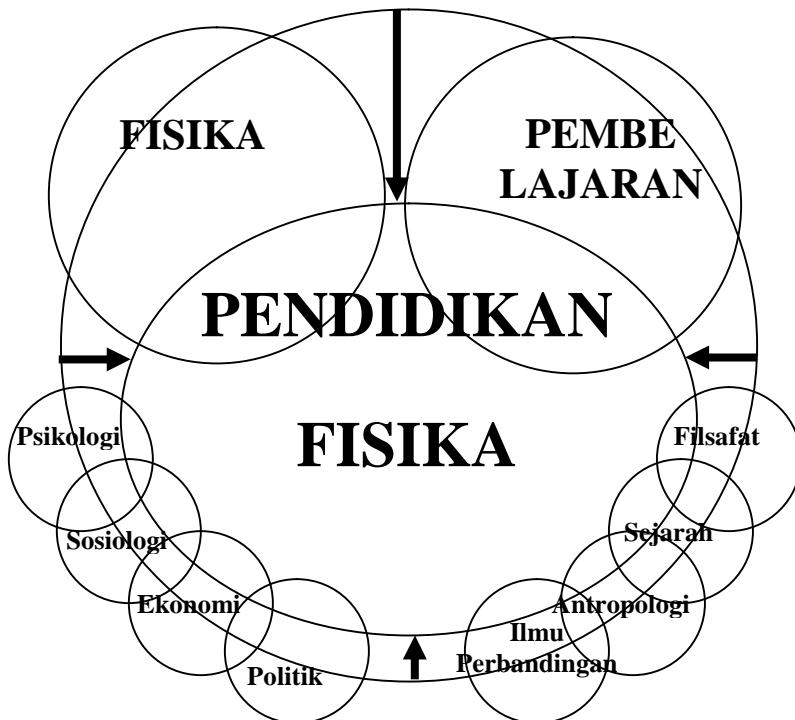
kecerdasan religiusnya (RQ), tingkat kecerdasan interpersonalnya (TKI), atau tingkat kecerdasan majemuknya (TKM) dari guru dan murid,

3. sosiologi, untuk mengetahui struktur, interaksi sosial, dan sifat-sifat sosial guru dan murid. Misalnya: tingkat sosial guru dan murid,
4. antropologi, untuk mengetahui perilaku manusia dalam konteks sosial dan budaya. Misalnya: untuk mengetahui karakter guru dan murid,
5. ekonomi, untuk mengetahui kegiatan produksi dan distribusi barang dan jasa serta pendapatan manusia. Misalnya: untuk mengetahui tingkat dan status ekonomi guru dan murid,
6. politik, untuk mengetahui organisasi masyarakat serta kebijakan pemerintahan dan negara. Misalnya: untuk mengetahui pandangan politik, perilaku politik, dan untuk mengetahui partisipasi guru dan murid dalam dunia politik,
7. sejarah, untuk mengetahui sejarah peradaban manusia, khususnya sejarah perkembangan fisika dan pengaruhnya terhadap pengembangan teknologi dan pendidikan fisika, serta
8. ilmu perbandingan, yang dapat digunakan untuk membandingkan hasil-hasil yang telah dicapai oleh ilmu yang namanya pendidikan fisika dengan hasil-hasil ilmu lainnya.

Dalam praktik kesehariannya, pendidikan fisika dibantu oleh praktik kependidikan yang namanya pembelajaran (*instructional / teaching-learning*) fisika yang berkaitan dengan:

1. perencanaan yang mencakup masalah: kurikulum dan tujuan pendidikan fisika, serta kebijakan-kebijakan dalam pendidikan fisika,
2. pendekatan, metode, strategi, dan teknik-teknik pembelajaran fisika,
3. guru dan murid,
4. materi pembelajaran yang berkaitan erat dengan perencanaan, pelaksanaan, dan pengembangan silabus mata pelajaran fisika,
5. media dan alat bantu pembelajaran fisika, serta sumber belajar fisika,
6. evaluasi hasil pembelajaran dan evaluasi program pembelajaran fisika.

Jadi, Pendidikan Fisika jika ditinjau dari sudut pandang **etimologisnya** atau boleh dipandang dari landasan **ontologisnya**, secara skematis dapat digambarkan seperti gambar 3.



Gambar 3: Makna Pendidikan Fisika Dipandang dari Etimologisnya

Landasan **epistemologis** sebenarnya ingin menjawab pertanyaan: dari mana atau bagaimana caranya untuk memperoleh ilmu yang namanya Pendidikan Fisika ? Jawaban kasarnya adalah: untuk memperoleh ilmu yang namanya pendidikan fisika, yaaa, dengan metode ilmiah yang mempunyai empat langkah, yaitu: perumusan masalah, penalaran yang menghasilkan hipotesis, pengujian hipotesis, dan penarikan kesimpulan. Namun, jawaban seperti ini pasti kurang memuaskan bagi ilmuwan lainnya. Mengapa ? Mana buktinya ? Marilah kita telusuri bukti-bukti, bahwa pendidikan fisika itu diperoleh dengan metode ilmiah.

Nabi Muhammad s.a.w. memperoleh wahyu yang pertama kali bukan perintah membaca dua kalimah syahadat, shalat, puasa, zakat, atau perintah menunaikan ibadah haji; tetapi perintah untuk membaca. Bacalah, dengan nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha pemurah, yang mengajar dengan kalam. Dia mengajar manusia sesuatu yang tidak diketahui.

Wahyu yang pertama kali ini menunjukkan, bahwa manusia disuruh membaca apa yang tersirat dan apa yang tersurat dalam penciptaan manusia. Manusia adalah makhluk yang paling dimuliakan Allah SWT di antara makhluk lainnya. Karena apa ? Karena manusia mempunyai jasmani, inderawi, akali, dan ruhani. Manusia juga diberi pelajaran

oleh Allah dengan kalam, sehingga ia tahu akan hal-hal yang sebelumnya belum ia ketahui. Jadi, betapa rumitnya membaca kejadian manusia yang serba kompleks dan lebih rumit lagi tentang pendidikannya.

Dalam wahyu-Nya yang lain, Allah SWT juga menyuruh manusia untuk melakukan observasi mengenai unta, bagaimana unta itu diciptakan, mengenai langit, bagaimana langit itu ditinggikan, mengenai gunung, bagaimana gunung itu ditegakkan, dan mengenai bumi, bagaimana bumi itu didatarkan. Observasilah apa-apa yang ada di langit dan apa-apa yang ada di bumi. Sesungguhnya Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dengan ukuran. Jelas dalam ayat-ayat ini, manusia dididik untuk melakukan observasi, pengukuran, penalaran, dan penarikan kesimpulan. Kesimpulan ini dapat berupa konsep, teori, atau hukum-hukum alam yang kemudian dapat diterapkan ke dalam kehidupan sehari-hari. Corak ilmu yang namanya pendidikan fisika ini diteruskan sampai ke pengikut-pengikut nabi Muhammad s.a.w.

A. Rahman Omar (2000: 103-115) dalam makalahnya yang berjudul *Fisika Menurut Perspektif Islam* yang termuat dalam buku yang berjudul *Sains Menurut Perspektif Islam*, menyatakan, bahwa

1. Al Haitham (Alhazen, yang hidup dari tahun 965 sampai tahun 1038) yang merupakan tokoh optika ternama, ia menggunakan matematika dan model fisis yang baik serta melakukan eksperimen yang teliti, kemudian menyimpulkannya. Dia berhasil meletakkan dasar-dasar optika yang kukuh. Dia menggunakan mesin larik untuk membuat cermin serta lensa cembung dan lensa cekung untuk keperluan eksperimennya.

Sumbangan pokok Al Haitham kepada optika antara lain: ia mampu membuat cermin spheris dan cermin parabolis dengan menggunakan mesin lariknya. Dia telah menggunakan prinsip laju segi empat pada permukaan bidang bias, sebelum Isaac Newton dan Fermat menggunakannya. Fenomena atmosfer juga telah dikaji oleh Al Haitham. Fenomena kekuning-kuningan dan kemerah-merahan langit setelah matahari terbenam dan fenomena alam pelangi juga telah menjadi kajiannya. Sumbangan terhadap fisiologi mata juga tidak kalah pentingnya. Dia menyatakan, bahwa proses penglihatan terjadi apabila cahaya datang dari objek dan masuk ke mata. Ia menganalisis peranan mata dan menyatakan, bahwa mata berperilaku seperti lensa. Al Haitham dalam bukunya *Al*

Manazir telah mengemukakan konsep momentum dengan menggunakan istilah *Quwwat Al Harakah*.

2. Al Biruni yang hidup sezaman dengan Al Haitam, beliau tinggal di sebelah timur Persia. Beliau telah berkomunikasi lewat surat dengan Ibnu Sina dan Abu Said Sijzi. Dalam komunikasinya ia membahas tentang datarnya bumi, gerakan bumi, dan lintasan orbit bumi. Buku yang berjudul *Qannun Al Mas'udi* dan *Unsur-Unsur Astrologi* merupakan dua buah buku astronomi yang terlengkap pada zaman itu. Beliau berpendapat, bahwa matahari sebagai pusat perputaran bumi, berarti beliau berbeda pandangan dengan Aristoteles ahli filsafat bangsa Yunani. Pandangan ini dikemukakan pada zaman eropa masih ada dalam dunia kegelapan, apalagi amerika, masih gelap gulita.

Al Biruni juga telah memajukan mekanika dan hidrostatika. Di bidang mekanika, ia telah mengukur massa jenis beberapa logam. Hasilnya dapat dibandingkan dengan hasil-hasil pengukuran di zaman modern ini. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1. Bila hasil pengukuran pada zaman modern digunakan sebagai patokan, maka pengukuran Al Biruni ada kesalahan pengukuran minimal 0,23 % dan maksimal 1,09 %. Pengukuran yang sangat teliti pada zaman Al Biruni.

Tabel 1: Massa Jenis Beberapa Logam dengan Satuan kg / m³

Nama Bahan	Nilai yang diperoleh Al Biruni	Nilai yang Diperoleh pada Zaman Modern
Emas	19,05	19,26
Tembaga	8,83	8,85
Besi	7,74	7,79
Timah	7,15	7,29

Di bidang hidrostatika, Al Biruni telah membahas tentang tekanan zat cair, kesetimbangan benda dalam zat cair, dan tekanan ke atas pada mata air. Beliau meletakkan sendi-sendi dasar keilmuan hidrostatika.

3. Alkhazini. Abu Al Fath Abdurrahman Al Khazini adalah fisikawan abad V Hijriyah atau abad XII M. Di dalam bukunya *Mizan Al Hikmah*, beliau menulis pandangan tokoh-tokoh sebelumnya, seperti: Al Razi, Al Khayyam, dan Al Biruni. Beliau membuat neraca dengan landasan konsep gravitasi dan menemukan bahwa udara memberikan gaya apung pada benda yang berada di dalamnya. Beliau menyelidiki tegangan permukaan zat cair dan mengukur massa jenis beberapa zat cair. Beliau

mengetahui, bahwa massa jenis zat cair bergantung pada temperatur dan kekentalannya.

Usaha yang dilakukan oleh fisikawan muslim seperti: Al Haitham, Al Biruni, dan Al Khazini adalah untuk memahami tabi'at alam, sehingga ilmu yang diperolehnya disebut ilmu thobi'ah atau ilmu alam yang sekarang disebut fisika. Ide yang mereka peroleh adalah dari Al Qur'an. Mereka telah dibimbing dan didorong untuk mendapatkan beberapa penemuan, tetapi mereka tetap beriman. Andaikan mereka dapat hidup kembali, mereka akan terpesona melihat kemajuan fisika saat ini, tetapi mereka akan sedih melihat sebagian besar fisikawan tidak langsung beriman kepada kekuasaan Tuhan Yang Maha Bijaksana. Sekali lagi, fisikawan di zaman kejayaan Islam telah mendidik fisikawan berikutnya dengan menerapkan tata nilai yang tinggi dan hakiki sebagai akibat mereka telah memahami fisika dan agama Islam, tetapi mengapa sekarang berlaku sebaliknya ?

Dalam buku yang berjudul *Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam* yang dikarang oleh Hendro Darmodjo (1986: 2.14-2.18) disebutkan, bahwa Nicolaus Copernicus yang hidup di antara tahun 1473 sampai tahun 1543, telah merombak pandangan manusia tentang peredaran alam semesta. Copernicus dalam bukunya yang berjudul *De Revolutionibus Orbium Caelestium* berpendapat, bahwa pusat alam semesta ini adalah matahari. Buku ini telah memuat dasar-dasar astronomi yang kukuh. Namun, buku ini tidak segera diterbitkan, karena bertentangan dengan ajaran gereja dan penguasa pada saat itu.

Pengikut Copernicus, yaitu Bruno yang hidup diantara tahun 1548 sampai tahun 1600, berpendapat, bahwa alam raya tak ada batasnya dan bintang-bintang tersebar di seluruh ruang angkasa. Karena Bruno pengikut Copernicus yang fanatik dan telah mengemukakan pendapatnya yang dirasa bertentangan dengan ajaran gereja dan penguasa pada saat itu, maka Bruno dihukum mati, dibakar hidup-hidup sampai mati pada tahun 1600 M.

Ini berarti, pendidikan fisika merupakan bagian dari ilmu-ilmu objektif yang diperoleh dengan metode ilmiah. Pendidikan fisika merupakan ilmu yang otonom, namun seperti ilmu-ilmu lainnya, ada ilmu yang membantu menegakkan ilmu yang namanya pendidikan fisika. Apakah ilmu itu ? Tidak lain adalah ilmu alam atau fisika.

Landasan **aksiologis** pada hakikatnya untuk menjawab pertanyaan: apa tujuan pendidikan fisika itu atau apa manfaat pendidikan fisika bagi kehidupan manusia ? Manfaat pendidikan fisika dalam kehidupan manusia antara lain, pendidikan fisika dapat

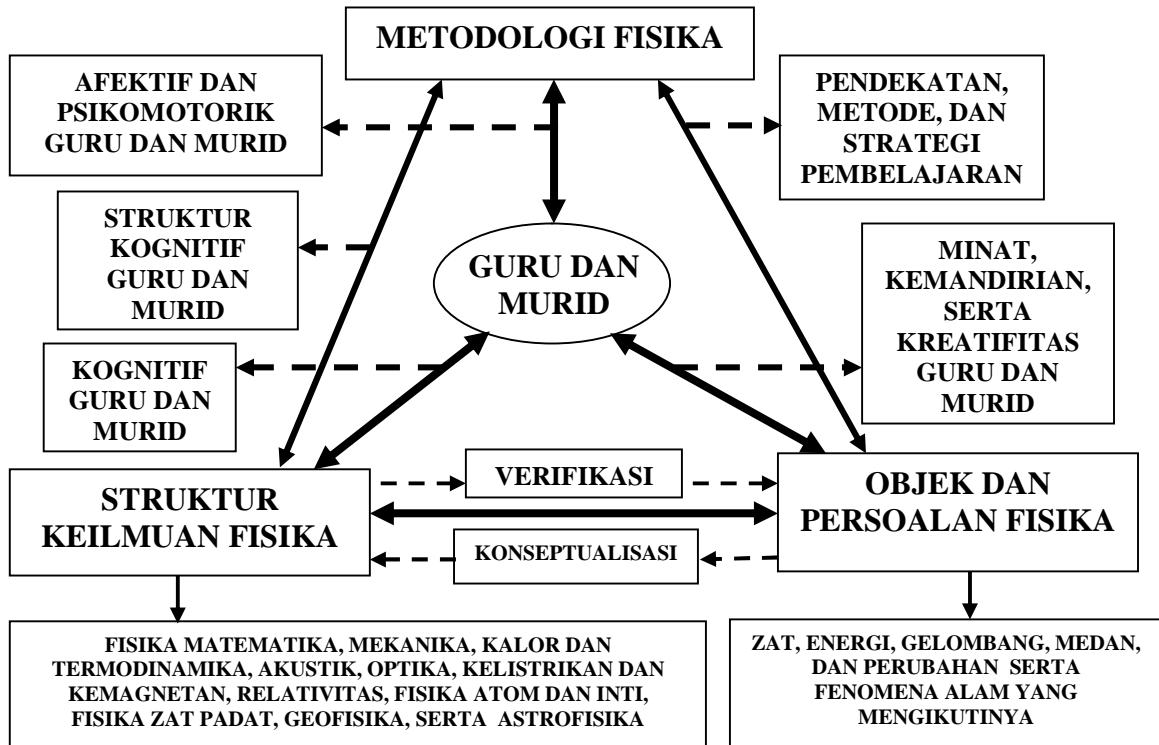
1. membawa suatu bangsa menuju ke masyarakat modern yang bersifat efisien, efektif, kreatif, produktif, dengan mobilitas tinggi, serta menjunjung tinggi hakikat dan martabat manusia yang ber-Tuhan,
2. membantu murid untuk melek ilmu dan teknologi serta membantu murid untuk mengembangkan kemampuannya dan keterampilannya, serta
3. memberi pengalaman kepada murid untuk bekerja ilmiah guna memperoleh produk ilmiah dan memupuk sikap ilmiah,

Benny Suprapto Brotosiswoyo dalam makalahnya yang berjudul *Hakikat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi* (2000: 1-16) menyatakan, bahwa secara khusus pendidikan fisika dapat dimanfaatkan untuk

1. melatih murid mengadakan pengamatan langsung maupun tak langsung dengan efek pengiring murid dapat bersikap jujur, murid dapat mengetahui dan menyadari adanya batas-batas ketelitian yang dapat diwujudkannya, serta murid menyadari akan adanya skala besaran (*sense of scale*) dan harga-harga hasil pengukuran (*sense of number*),
2. melatih murid untuk menggunakan bahasa simbolik matematis, kerangka logika taat azas (*Logical Self Consistency*) dari hukum alam, inferensi logis, hukum sebab akibat (*causality*), serta pemodelan matematis,
3. melatih murid untuk membangun konsep dan model matematis.

Pembelajaran fisika mempunyai beberapa komponen yang harus diperhatikan, misalnya: komponen komunikasi, bentuk informasi, keterampilan dan pengalaman, urutan kegiatan pembelajaran, serta komponen evaluasi keberhasilan. Komponen-komponen pembelajaran ini harus sinergis guna mencapai visi, misi, tujuan, dan sasaran pendidikan fisika. Kebenaran atau objektivitas pencapaian hasil pembelajaran fisika dapat dilihat secara logis, empiris, dan universal. Dengan demikian, apabila dilihat dari landasan aksiologisnya, pendidikan fisika merupakan ilmu yang bersifat objektif, metodis, sistematis, dan universal.

Apabila dilihat dari metodologi, objek dan permasalahan, serta struktur keilmuannya; pendidikan fisika dapat dilukiskan seperti gambar 4.



Gambar 4: Metodologi, Objek dan Persoalan, serta Struktur Keilmuan Pendidikan Fisika

Ditinjau dari aspek metodologi fisika (*empirico*, *logico*, dan *verificatio*), guru dan murid harus dapat menggunakan psikomotorik dan afektifnya dalam melaksanakan kerja ilmiah dalam pendidikan fisika. Guru dan murid seharusnya dapat menggunakan kesadaran inderawi, akali, dan kesadaran ruhaninya, minat, kemandirian, serta kreatifitasnya untuk mencari dan menemukan objek dan persoalan fisika dalam proses pendidikan fisika. Begitu pula, jika ditinjau dari aspek struktur keilmuan fisika, guru dan murid seharusnya dapat menggunakan kesadaran inderawi, akali, dan kesadaran ruhaninya, serta kemampuan akademisnya atau kemampuan kognitifnya untuk memahami struktur fisika yang terdiri dari fisika matematika, mekanika, kalor dan termodinamika, akustik, optika, kelistrikan dan kemagnetan, relativitas, fisika atom dan inti, fisika zat padat, geofisika, serta astrofisika.

Jika dilihat dari hubungan antara objek dan persoalan fisika dengan metodologinya, guru harus dapat menggunakan tiga kesadarannya untuk menemukan pendekatan, metode, strategi, dan teknik-teknik pembelajaran yang sesuai dengan objek dan persoalannya. Secara tegas dapat dinyatakan, guru harus mampu memilih pendekatan, metode, strategi, dan teknik-teknik pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi yang akan disampaikan, karakteristik murid yang dihadapi, serta media pembelajaran dan sumber belajar yang ia gunakan.

Struktur kognitif guru dan murid menghubungkan aspek metodologi dan struktur keilmuan fisika. Mengapa demikian ? Pada hakikatnya metodologi fisika itu memuat perangkat dan prosedur kerja ilmiah yang menghasilkan data. Data dianalisis dengan perangkat analisis hasil pengukuran, misalnya matematika dan penalaran. Setelah analisis data, dilanjutkan dengan proses penarikan kesimpulan yang biasa disebut konseptualisasi. Konsep yang diperoleh dari hasil analisis data kemudian difahami dan diaplikasikan ke dalam kehidupan sehari-hari. Konsep-konsep ini kemudian disusun dalam otak guru atau otak murid secara sistematis dan sistemik, sehingga diperoleh struktur keilmuan fisika. Ini berarti, penyusunan struktur keilmuan fisika berhubungan langsung dengan struktur kognitif guru atau murid.

Menurut Bloom dalam Ahmad Abu Hamid (1995: 64-67), struktur kognitif terdiri dari ranah pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Sedangkan menurut Klopfer dalam Ahmad Abu Hamid (1995: 67-70), struktur kognitif seseorang terdiri dari: pengetahuan dan pemahaman, observasi dan pengukuran, melihat masalah dan mencari pemecahannya, menginterpretasikan data dan merumuskan penggeneralisasianya, menyusun, menguji, dan merevisi suatu model teoritis, aplikasi pengetahuan dan keterampilan, sikap dan minat, serta kemampuan orientasi. Kemampuan-kemampuan ini erat kaitannya dengan metodologi dan struktur keilmuan fisika. Oleh sebab itu, pendidikan fisika berhubungan langsung dengan teori perkembangan mental manusia yang dipelajari dalam psikologi.

Melalui proses verifikasi, struktur konsep atau struktur keilmuan fisika dapat dijadikan objek dan persoalan pendidikan fisika. Sebaliknya melalui proses konseptualisasi dalam pendidikan dan pembelajaran fisika, objek dan persoalan fisika dapat melahirkan atau memunculkan konsep, prinsip, teori, azas, atau hukum-hukum fisika. Konsep, prinsip, teori, azas, dan hukum-hukum fisika ini secara sistematis dan sistemik disusun menjadi struktur konsep atau struktur keilmuan fisika yang disimpan dalam otak seseorang. Apabila susunan struktur konsep dalam otak itu sistematis dan sistemik, maka orang itu dikatakan mempunyai fikiran yang kritis, cerdas, dan kreatif.

Dengan uraian di atas, jika ditinjau dari aspek metodologi, objek dan persoalan, serta struktur keilmuannya, maka pendidikan fisika dapat dipandang sebagai ilmu yang berdiri sendiri, ilmu yang otonom, dan ilmu yang bersifat objektif, metodik, sistematis dan sistemik, serta ilmu yang bersifat universal.

III. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan hal-hal berikut.

1. Jika ditinjau dari segi etimologis dan dengan landasan ontologis, epistemologis, dan aksiologis; Pendidikan Fisika merupakan salah satu bidang ilmu yang otonom. **Pendidikan Fisika membutuhkan Fisika** sebagai salah satu ilmu pendukungnya.
2. Pendidikan Fisika merupakan ilmu yang bersifat objektif, metodis, sistematis dan sistemik, universal, serta bersifat dinamis.
3. Pendidikan Fisika sebagai ilmu yang otonom, mempunyai bidang kajian sebagai sarana untuk mengembangkan ilmu.

B. Saran-Saran

Ilmuwan Pendidikan Fisika sebaiknya terus giat mengembangkan bidang-bidang keilmuannya. Ilmuwan Pendidikan Fisika jangan sampai tergelincir menjadi ilmuwan yang hanya membina Fisika saja, karena pada hakikatnya Fisika merupakan ilmu pendukung dari pendidikan fisika.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Baiquni, 1994, *Al Qur'an, Ilmu Pengetahuan, dan Teknologi*, Yogyakarta: PT Dana Bhakti Wakaf.

....., 1998, *Wawasan Al Qur'an tentang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Makalah, Yogyakarta: PP Muhammadiyah dan UAD.

Ahmad Abu Hamid, 1992, *Pendidikan Fisika sebagai Salah Satu Bidang Ilmu*, Yogyakarta: Warta IKIP Yogyakarta Nomor 5 Volume XXVI Mei 1992 ISSN: 0126-3854.

....., 1995, *Petunjuk Supervisi Akademik dalam Pembelajaran Fisika*, Jakarta: Madecor Carier System dan PPA.

....., 2002, *Konsep Dasar Kurikulum Berbasis Kompetensi dan Implementasinya di Madrasah / Sekolah*, Jakarta: Depag RI dan PPA.

A. Rahman Omar, 2000, *Fisika Menurut Perspektif Islam, dalam Sains Menurut Perspektif Islam*, disunting oleh: Sulaiman Nordin, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka Kuala Lumpur.

Ahmad Sahirul Alim, 1991, *Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dan Keterkaitannya dengan Islam*, Makalah, Yogyakarta: Forum Silaturrahim IKIP Yogyakarta.

- Balakrishna Vyjanthimala dkk., 2001, *Eksplorasi Sains Jilid 1*, Indonesia: Aqua Press.
- Depdiknas, 2002, *Kurikulum Berbasis Kompetensi*, Jakarta: Pusat Kurikulum Balitbang Depdiknas.
-, 2002, *Kurikulum dan Hasil Belajar Rumpun Pelajaran Sains*, Jakarta: Pusat Kurikulum Balitbang Depdiknas.
-, 2003, *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*, Jakarta: Depdiknas.
-, 2003, *Pedoman Khusus Pengembangan Silabus dan Penilaian Mata pelajaran Fisika*, Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Djohar, 1996, *Reformasi Pendidikan Sains*, Makalah, Yogyakarta: Pusat Penelitian Kebijakan Lemlit IKIP Yogyakarta.
- Dwi Siswoyo, 1996, *Ilmu Pendidikan dalam Tantangan*, Yogyakarta: Cakrawala Pendidikan No. 1. Th. XV, Februari 1996.
- Hajira Bee Abdul Rahman, 1998, *Philosophy of Science and Science Education*, Customised Course for Indonesian Educators, Penang: SEAMEO-RECSAM.
- Hendro Darmodjo, 1986, *Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam*, Jakarta: Universitas Terbuka (UT).
- Hidajat Natatmadja, 1985, *Hanacaraka Ilmu dan Alfabet Perjuangan*, Malang: YP2LPM.
- Imam Barnadib, 1982, *Filsafat Pendidikan*, Yogyakarta: Studing.
- Khalijah Mohammad Salleh, 1989, *Social Dimension in Physics Education*, Yogyakarta: Proceeding of The XIIth National Physics Symposium Indonesian Physical Society.
- Jujun Suparjan Suriasumantri, 1984, *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*, Jakarta: Sinar Harapan.
- Mochtar Buchori, 1992, *Pendidikan MIPA dan Peningkatan Mutu Sumber Daya Manusia Indonesia*, Jakarta: IKIP Muhammadiyah Jakarta.
- Mohammad Zuhri, 1994, *Terjemah Juz 'amma*, Jakarta: Pustaka Amani.
- Muslim, 1990, *Dimensi Fisika Menjelang Tahun 2000*, Makalah, Yogyakarta: HMJ Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta.
-, 1997, *Kurikulum Program S-1 Fisika*, Makalah, Yogyakarta: FPMIPA IKIP Yogyakarta Kerjasama dengan JICA dan FMIPA UGM.

....., 1998, *Peranan Paradigma Fisika dalam Reformasi Pendidikan Fisika yang Berkualitas*, Makalah, Yogyakarta: Jurdik Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta.

Muslim dan Suparwoto, 2002, *Pedoman Khusus Model 3 Fisika*, Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum Dirjen Dikdasmen Depdiknas.

Parangtopo, 1982, *Arti Kebangsaan dalam Pendidikan Sains dan Teknologi, dalam Pendidikan Wawasan Kebangsaan*, disunting oleh: Soerjanto Poespawardojo dan Frans M. Parera, Jakarta: LPSP dan PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Slamet Iman Santoso, 1981, *Pembinaan Watak Tugas Utama Pendidikan*, Jakarta: Universitas Indonesia (UI).

The Liang Gie, 2003, *Segi-Segi Pemikiran Ilmiah*, Yogyakarta: PUBIB.

Tho Lai Hoong dan Ho Peck Leng, 2001, *Sains 1*, Singapura: Pan Pacific Publication.

Tim Penulis Pekerti Bidang MIPA, 2000, *Pembelajaran MIPA di Perguruan Tinggi*, Jakarta: PAU-PPAI UT.

Tim Penyusun Kamus, 1995, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Edisi Kedua, Cetakan Keempat, Jakarta: Balai Pustaka.

Wan Mohammad Rani Abdullah, 1998, *Assessing and Charting Progress, Customised Course for Indonesian Educator*, Penang: SEAMEO-RECSAM.

Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1989 tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Peraturan Pemerintah RI No. 27 – 28 – 29 – dan 30 Tahun 1990 tentang pelaksanaan Sistem Pendidikan Nasional.

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.