

# **WAWASAN KEILMUAN IPA/FISIKA**

**Makalah Disajikan pada Pelatihan PKG-C yang Diselenggarakan  
oleh Dinas Pendidikan Propinsi DIY pada Tanggal 28 Juni  
sampai dengan 3 Juli 2003 di Yogyakarta**

**Oleh  
Dr. Jumadi**

## **A. Pendahuluan**

Dalam pengembangan kurikulum baik dalam tataran kurikulum ideal, kurikulum formal, kurikulum instruksional, kurikulum operasional, maupun kurikulum eskperensial, minimal ada tiga hal yang perlu menjadi bahan pertimbangan yakni karakteristik dan struktur ilmu, karakteristik dan kebutuhan anak didik, karakteristik dan kebutuhan masyarakat. Dari pengetahuan ketiga hal tersebut dapat ditentukan materi pembelajaran, kemampuan-kemampuan yang dapat/perlu dikembangkan, serta proses-proses pembelajaran yang relevan

Makalah ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan keilmuan IPA/Fisika dalam rangka memfasilitasi

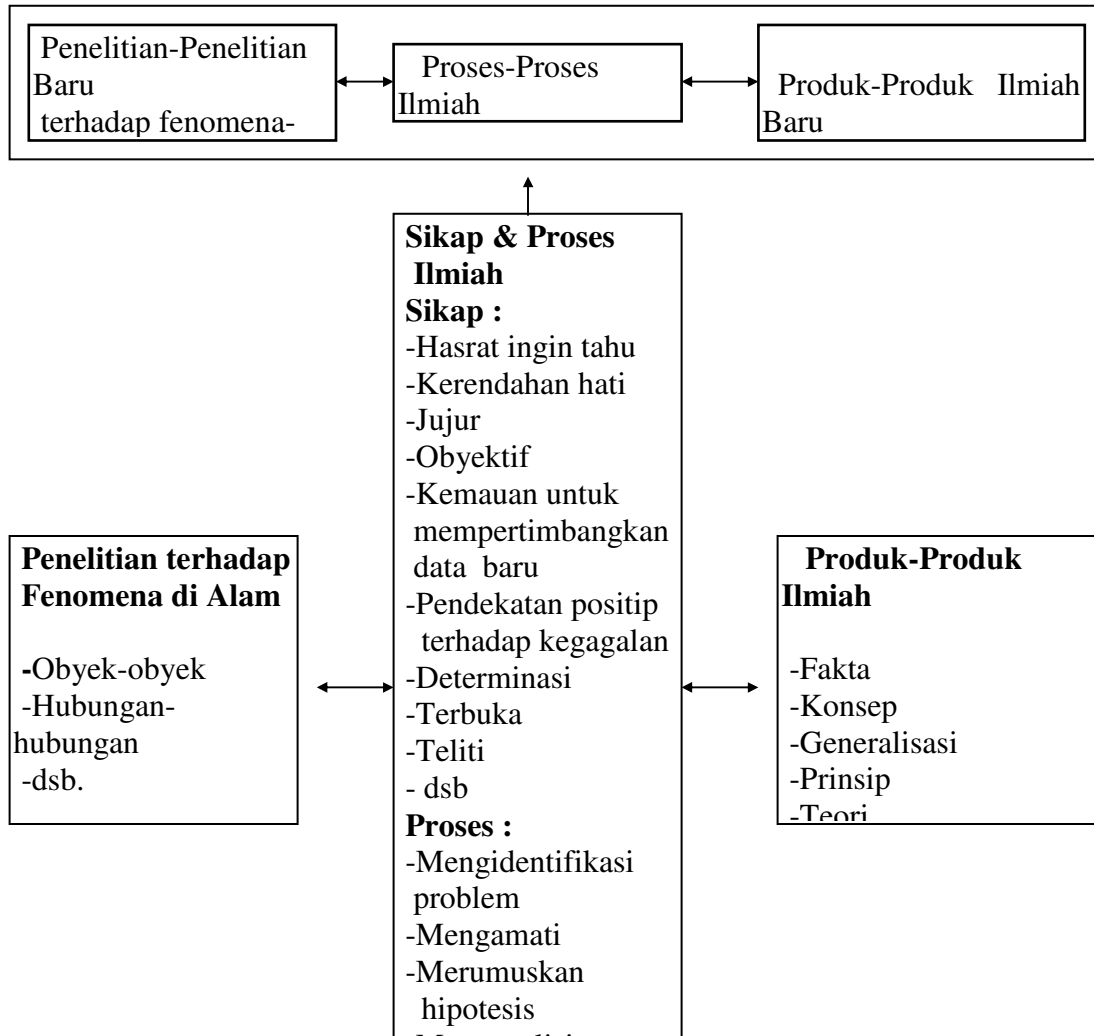
## **B. Karakteristik IPA/Fisika**

Banyak definisi IPA yang telah dikemukakan oleh para ahli. Wigner (Moh. Amien, 1980 : 5) mendefinisikan IPA sebagai gudang/penyimpanan pengetahuan tentang gejala-gejala alam. Sedang Harre (Darmodjo & Kaligis, 1992 : 4) mendefinisikan IPA sebagai kumpulan teori yang telah diuji kebenarannya, yang menjelaskan tentang pola-pola keteraturan dari gejala alam yang diamati secara seksama. Dampier (Moh. Amien, 1980: 7) menyatakan bahwa IPA adalah pengetahuan tentang gejala-gejala alam yang teratur dan studi rasional tentang

hubungan-hubungan antara konsep-konsep yang mana gejala-gejala ini dinyatakan. Berbeda dengan ketiga ahli tersebut, Kemeny (1961:12) mendefinisikan IPA sebagai aktivitas dalam menentukan hukum-hukum alam dalam bentuk teori-teori berdasarkan fakta-fakta. Senada dengan Kemeny, Jenkiins & Whitefield (Djohar, 1987: 101) menyatakan bahwa IPA adalah aktivitas mengeksplorasi alam. Definisi yang lebih luas dikemukakan oleh Sund & Trowbridge (1973:2) yang menyatakan bahwa IPA adalah sosok pengetahuan dan proses. Sedang Bybee (1979:86) menyatakan bahwa IPA merupakan proses, IPA mengandung sikap ilmiah yang merupakan sikap yang diperlukan dalam melakukan proses IPA. Definisi yang komprehensif dikemukakan oleh Carin dan Sund (1989: 6-13) yang menyatakan bahwa IPA terdiri dari tiga dimensi yakni proses ilmiah, sikap ilmiah dan produk ilmiah. Selanjutnya Carin dan Sund (Moh. Amien, 1980: 11) menggambarkan saling hubungan antara penelitian gejala, produk, proses dan sikap ilmiah seperti pada gambar 1.:

Jika definisi-definisi di atas ditelusuri, maka ada yang menyatakan IPA sebagai produk, ada yang menyatakan IPA sebagai proses, ada yang menyatakan IPA sebagai proses dan produk, ada yang menyatakan IPA sebagai proses dan sikap, dan ada yang menyatakan IPA sebagai proses, sikap dan produk. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa secara komprehensif IPA dapat dipandang sebagai proses, sikap dan produk. IPA sebagai proses dapat diartikan sebagai aktivitas atau proses untuk mendeskripsikan fenomena alam. Aktivitas-aktivitas atau proses-proses tersebut antara lain merumuskan masalah, merencanakan eksperimen, mengobservasi, merumuskan hipotesis, mengklasifikasi, mengukur, menginterpretasi data, menyimpulkan, meramal, mengkomunikasikan hasil dan sebagainya. Proses-proses tersebut juga sering disebut sebagai proses ilmiah atau proses IPA (scientific process). IPA sebagai sikap dapat dipandang sebagai sikap-sikap yang melandasi proses IPA, antara lain sikap ingin tahu, jujur, obyektif, kritis, terbuka, disiplin, teliti dan sebagainya. Sikap-sikap ini sering juga disebut sikap ilmiah atau sikap IPA (scientific attitudes). IPA sebagai produk dapat diartikan sebagai kumpulan informasi/fakta yang dihasilkan dari proses-proses ilmiah yang dilandasi dengan sikap-sikap ilmiah

tersebut. Produk-produk IPA dapat berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, teori dan sebagainya. Produk-produk ini juga sering disebut sebagai produk ilmiah atau produk IPA (scientific product).

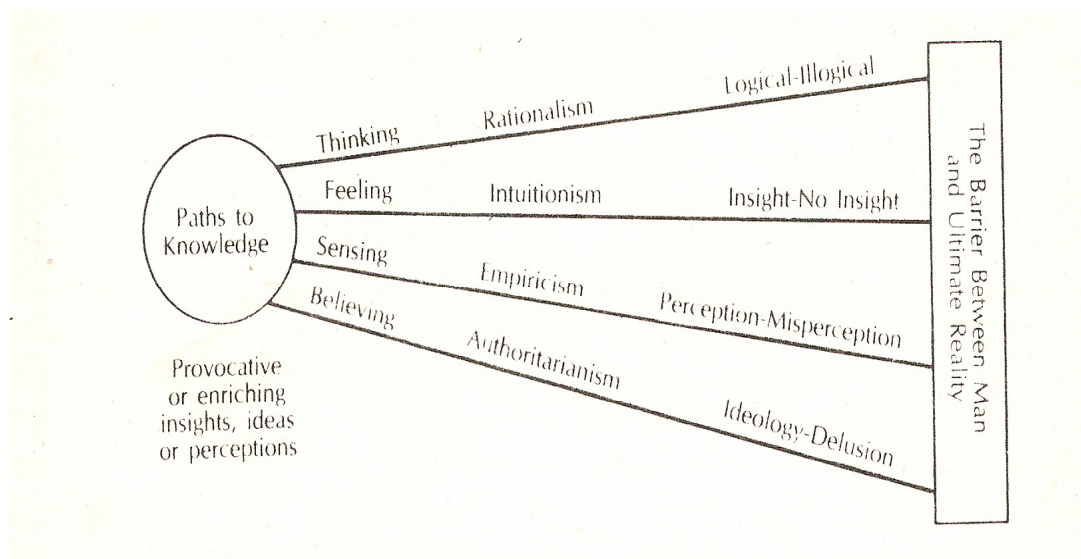


Gambar 1. Saling Hubungan Antara Penelitian Gejala, Produk, Proses dan Sikap Ilmiah (Sumber : Moh. Amien, 1980: 11)

Dalam dunia filsafat, untuk mengetahui hakekat suatu ilmu pada umumnya dilakukan dengan meninjau ontologi (obyek telaah), epistemologi (cara penelaahan) dan axiologi (nilai/kegunaan) ilmu tersebut.

Obyek telaah (dasar ontologi) IPA adalah alam dan gejala-gejala alam. Alam dan gejala alam ini dipelajari : (1) Keadaannya yang meliputi : posisi, kecepatan, suhu, energi dan sebagainya. (2) Strukturnya dari yang makroskopis sampai yang mikroskopis. (3) Sifatnya misal : sifat listrik, magnet, optik, termik dsb. (4) Interaksinya satu sama lain yang dideskripsikan dengan gaya, kerja, kalor, gelombang dan sebagainya (Dirjen Dikti, 1990:19-30). Dengan mempelajari aspek-aspek tersebut IPA berusaha untuk melukiskan, meramalkan, mengendalikan, dan menerapkan benda-benda di alam serta gejala-gejala alam tersebut. Tentu saja masih ada keterbatasan-keterbatasan dalam melukiskan alam dan gejalanya tersebut karena IPA mengandalkan pada asumsi keteraturan, keragaman, kekonstanan dan sebagainya, sehingga menurut Druxes (1986) perbandingan antara IPA (Fisika) dengan alam dapat diibaratkan sebagai gambar dan bendanya. Gambar hanya mencakup beberapa segi atau aspek dan ini pun tidak selalu lengkap.

Menurut Royce ( Sund & Trowbridge, 1973:6), ada beberapa jalan yang dapat dilakukan manusia untuk memperoleh pengetahuan, yaitu melalui jalan berpikir (*thinking*), mengindera (*sensing*), firasat (*feeling*), dan percaya (*believing*), seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jalan menuju Pengetahuan (Sumber : Sund & Trowbridge, 1977 : 6)

Jalur *thinking* banyak diterapkan oleh penganut aliran rasionalisme (*rationalism*), jalur *feeling* banyak diterapkan oleh penganut aliran intuisiisme (*intuitionism*), jalur *sensing* banyak diterapkan oleh penganut aliran empirisme (*empiricism*), dan jalur *believing* banyak diterapkan oleh penganut aliran otoritasisme (*authoritarianism*). Proses yang dilalui masing-masing jalur dapat logis atau tidak logis (*logical-illogical*), ada pencerahan/intuisi atau tidak ada pencerahan/intuisi (*insight - no insight*), diperoleh persepsi atau salah persepsi (*perception-misperception*), dan diperoleh ideologi atau khayalan (*ideology-delusion*).

Di dalam IPA jalan untuk memperoleh pengetahuan dapat bermacam-macam, namun kriteria kebenaran suatu pengetahuan diuji berdasarkan jalur pikir (*thinking*) dan hasil penginderaan (*sensing*) sehingga IPA bersifat rasional empiris (Wilardjo, 1982; Soedjo, 1971). Perpaduan rasional-empiris ini sering disebut sebagai metode ilmiah, dan ini merupakan dasar epistemologis IPA. Metode ilmiah ini mengandung langkah-langkah antara lain : merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, melakukan observasi, mengumpulkan data dari eksperimen, menarik kesimpulan. Ilmuwan dalam kerja ilmiah/pemecahan masalah ilmiah menggunakan langkah-langkah tersebut, tetapi tidak mesti berurutan, dan mungkin suatu langkah dapat diulang beberapa kali, tergantung masalahnya. Langkah-langkah tersebut sebenarnya tersusun dari ketrampilan-ketrampilan proses seperti dikemukakan di atas.

Di atas dijelaskan bahwa di dalam IPA, kriteria kebenaran suatu pengetahuan diuji melalui jalur rasional dan jalur empiris. Menurut teori koherensi, suatu pengetahuan dinyatakan benar bila pengetahuan tersebut koheren atau konsisten dengan pengetahuan-pengetahuan sebelumnya yang dianggap benar. Sedang menurut teori korespondensi, suatu pengetahuan dinyatakan benar jika pengetahuan tersebut berkorespondensi (bersesuaian) dengan obyek (fakta) yang terkandung dalam pengetahuan tersebut (Jujun S. Suriasumantri, 1984:57-58). Jadi kriteria kebenaran rasional-empirik pada hakekatnya sama dengan kriteria kebenaran koherensi-korespondensi. Teori kebenaran ini ditekankan karena di dalam IPA, pengetahuan

(produk IPA) bersifat tentatif, terbuka untuk direvisi atau disanggah, atau bahkan dirombak sama sekali.

Ditinjau dari segi nilai/kegunaan, tidak dapat disangkal lagi bahwa IPA telah banyak mengubah dunia dalam memberantas penyakit, kelaparan, kemiskinan dan berbagai wajah kehidupan yang duka. Namun apakah hal itu selalu demikian : IPA selalu merupakan berkat dan penyelamat manusia? Memang dengan mempelajari atom/inti atom orang bisa memanfaatkannya sebagai sumber energi, alat deteksi dan terapi penyakit, dan aplikasi-aplikasi lain yang berguna bagi kesejahteraan manusia. Tetapi di pihak lain hal ini bisa mengakibatkan yang sebaliknya, yakni membawa manusia pada penciptaan bom atom/nuklir yang dapat menimbulkan malapetaka bagi manusia. Demikian pula usaha memerangi kuman yang membunuh manusia, sekaligus dapat menghasilkan senjata kuman yang justru dapat dipakai untuk membunuh manusia. Jika demikian IPA itu baik atau jahat, membawa berkah atautkah membawa malapetaka bagi manusia, mensejahterakan atautkah menyengsarakan umat manusia ? Jawaban terhadap permasalahan ini berkaitan dengan dasar aksiologi IPA.

Dewasa ini belum ada kesepakatan diantara para ilmuwan tentang dasar aksiologi IPA tersebut, yang pada akhirnya terpolarisasi pada dua golongan pendapat (Jujun S. Suriasumantri, 1984:2350). Golongan pertama menginginkan bahwa IPA harus bersifat netral terhadap nilai-nilai. Dalam hal ini tugas ilmuwan adalah menemukan pengetahuan dan terserah kepada orang untuk mempergunakannya, apakah untuk kebaikan atautkah kejahatan. Golongan kedua sebaliknya berpendapat bahwa netralitas IPA terhadap nilai-nilai hanyalah terbatas pada metafisik keilmuan, sedangkan dalam penggunaannya, bahkan pemilihan obyek penelitiannya pun harus berlandaskan azas-azas moral. Jadi golongan pertama ingin melanjutkan tradisi kenetralan IPA secara total seperti pada jaman Galileo, sedang golongan kedua mencoba menyesuaikan kenetralan IPA secara pragmatis berdasarkan perkembangan ilmu dan masyarakat. Golongan kedua mendasarkan pendapatnya pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut : (1) IPA secara faktual telah digunakan untuk destruktif oleh manusia yang dapat dibuktikan dengan adanya dua perang dunia yang mempergunakan teknologi-teknologi IPA; (2) IPA telah berkembang dengan pesat

dan makin esoterik sehingga kaum ilmuwan lebih mengetahui tentang eksese-eksese yang mungkin terjadi jika terjadi penyalahgunaan; (3) IPA telah berkembang sedemikian rupa sehingga dapat mengubah manusia dan kemanusiaan yang paling hakiki seperti pada kasus revolusi genetika dan rekayasa sosial. Berdasarkan ketiga pertimbangan ini maka golongan kedua berpendapat bahwa IPA secara moral harus ditujukan untuk kebaikan manusia tanpa merendahkan martabat atau mengubah hakekat kemanusiaan. Ditinjau dari tujuan negara kita yang tercantum dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Tahun 1945 yang tercantum pada alinea empat, kiranya pendapat golongan kedua ini selaras dengan cita-cita bangsa untuk memajukan kesejahteraan umum.

### **C. Struktur IPA/Fisika**

Dari pelaksanaan metode/proses ilmiah yang dilandasi sikap ilmiah dalam menelaah alam/gejala alam tersebut diperoleh produk IPA/Fisika yang berupa fakta, konsep, teori, prinsip, dan hukum . Kumpulan dari produk IPA/Fisika yang telah ditata secara sistematis membentuk *body of knowledge* IPA/Fisika.

Sistematika penyusunan produk IPA /Fisika ke dalam struktur bidang dan sub bidang (cabang dan ranting) tidak unik, tergantung sudut pandang dan tujuan/kepentingan. Sebagai contoh ada yang membagi Fisika ke dalam struktur bidang sebagai berikut : *Acoustics, Electro-Magnetism, Electronics, Fluid, Mechanics, Molecular Physics, Nuclear Physics, Nucleonics, Optics, Physical Chemistry, Solid State Physics, Theoretical Physics, Thermodynamics, Unit and Constants, Other Specialities*. Untuk tujuan/kepentingan pendidikan, Fisika sering diklasifikasikan ke dalam : (1) Fisika Dasar yang mencakup Mekanika, Termodinamika, Gelombang, Optika, Listrik-Magnet; (2) Fisika Modern yang mencakup Fisika Kuantum, Fisika Atom dan Inti, Fisika Zat Padat,; (3) Fisika Pendukung yang mencakup Fisika Matematika, Fisika Komputasi, Elektronika, Instrumentasi dan Pengukuran. Sebagai contoh untuk tujuan mendidik calon guru Fisika (sarjana Pendidikan Fisika), bidang-bidang Fisika beserta jalinan fungsional antara bidang-bidang dapat digambarkan seperti pada gambar 3.

Konsep, teori, prinsip, dan hukum (KTPH) yang terdapat pada tiap bidang/sub bidang dapat diklasifikasikan ke dalam KTPH dasar, terapan, dan pengayaan. Sebagai contoh gerak lurus dapat dipandang sebagai KTPH dasar, gerak parabola sebagai KTPH terapan karena dapat diperoleh dengan memadukan GLB dan GLBB, gerak peluru yang ditembakkan di atas bidang miring sebagai KTPH pengayaan karena terapannya jarang dijumpai/dimanfaatkan tetapi dapat menambah wawasan dan ketajaman intelektual. Klasifikasi KTPH ke dalam KTPH dasar, terapan, dan pengayaan ini pun tidak unik, tergantung pada sudut pandang dan tujuan/kepentingan. Ada juga yang membagi KTPH terapan kedalam strategis, dan pemersatu. Strategis artinya banyak digunakan di berbagai bidang/sub bidang, sedangkan pemersatu artinya mempersatukan KTPH-KTPH. Sebagai contoh konsep energi merupakan konsep strategis karena banyak digunakan pada berbagai bidang Fisika, dan konsep satuan internasional (SI) merupakan konsep pemersatu karena dapat menyatukan berbagai satuan besaran Fisika.

Gambar 3. Strukturisasi Bidang-Bidang Fisika & Jalinan antar Bidang Untuk Kepentingan Pendidikan Calon Guru Fisika (Sumber : Ditjen Dikti, 1990 : 148)



### **C. Penutup**

Dari pengkajian tujuan kurikulum IPA di Amerika Serikat, Bybee dan DeBoer (1994) menyatakan bahwa ada tiga sasaran Pendidikan IPA yang dikembangkan dari kurun waktu ke kurun waktu, hanya tekanannya bervariasi. Ketiga sasaran itu adalah pengembangan pribadi dan sosial, pemahaman prinsip dan fakta ilmiah, dan kemampuan menerapkan metode ilmiah. Sasaran pertama mencakup pengembangan kesadaran karir, karakter mental, kesadaran lingkungan, nilai produktif, kesadaran tatanan masyarakat aman-sejahtera, yang semua itu mengarah pada aspek afektif (sikap dan nilai IPA). Sasaran kedua dan ketiga masing-masing mengarah pada penguasaan produk IPA dan keterampilan proses IPA. Jika kita cermati secara mendalam, ketiga sasaran tersebut sebenarnya konsisten dengan karakteristik IPA/Fisika tersebut.

Mengingat akumulasi produk IPA/Fisika (KTPH IPA/Fisika) sangat banyak dan terus bertambah, maka alternatif pertama materi pembelajaran IPA/Fisika perlu diseleksi. Salah satu alat seleksi adalah dengan klasifikasi dalam struktur KTPH dasar, terapan, dan pengayaan. Dalam kondisi keterbatasan waktu, materi pembelajaran hendaknya dipilih KTPH dasar. Selanjutnya jika masih ada kelonggaran waktu, dapat diteruskan pada KTPH terapan dan pengayaan. Alternatif yang lain adalah memusatkan pada keterampilan proses IPA, dengan pertimbangan jika proses dapat dikuasai, maka produk akan mereka temukan/peroleh.

-----



