

## LAPORAN PENELITIAN:

### FISIKA DASAR DAN KESADARAN ILMIAH: SUATU STUDI – ANALISIS KAITAN FISIKA DENGAN DUNIA DIGITAL

Aloysius Rusli  
Jurusan Fisika, FTIS

#### ABSTRAK LAPORAN PENELITIAN

Fisika dasar adalah kuliah pengantar Fisika yang banyak diajarkan di berbagai program studi sains dan teknik, karena dianggap penting untuk melandasi penguasaan ilmu dan teknologi. Biasanya materinya dianggap baku, yaitu mencakup mekanika, termodinamika, getaran dan gelombang, listrik-magnet dan optika, serta fisika modern. Masalah yang sering timbul adalah, keluhan dan temuan bahwa efektivitasnya rendah, relevansinya dengan dunia sehari-hari dan dunia teknologi kurang tampak, dan penggunaan matematikanya terlalu menonjol. Dalam rangka meningkatkan efektivitas kuliah penting ini, telah dikembangkan studi berkelanjutan tentang cara-cara yang lebih beresonansi dengan keinginan mahasiswa peserta kuliah ini, dengan tetap menjaga esensi fisika sebagai ilmu empiris yang berlatar teori yang kuat.

Satu hipotesis yang telah dicapai dalam tahapan studi ini sekarang adalah, bahwa tingkat kesadaran ilmu (*science awareness*) dan kesadaran ilmiah (*scientific awareness*) merupakan sasaran yang lebih relevan dan realistis, dibandingkan dengan tingkat kepeahaman ilmu (*science literacy*) dan kepeahaman ilmiah (*scientific literacy*). Dalam rangka menguji hipotesis ini, telah dilakukan suatu analisis tentang kaitan fisika dengan dunia digital. Analisis ini didasarkan atas pentingnya mahasiswa program studi teknik informatika menyadari erat dan manfaatnya mengetahui (*awareness*) kaitan antara ilmu dan teknologi yang dipelajarinya, dengan sains dan fisika yang melatarbelakangi berbagai segi teknik informatika itu. Pentingnya ini adalah, agar sarjana teknik informatika bukan hanya mengetahui segi teknis mengolah data, melainkan juga mengetahui latar belakang ilmunya, serta proses ilmiahnya, yang akan lebih memungkinkan mereka untuk mengenali cara-cara inovasi dan pengembangan ilmu yang mereka pelajari itu.

Hasil analisis ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Fisika 2011 di Serpong, Tangerang, yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Fisika, LIPI dalam kerjasama dengan Himpunan Fisika Indonesia Cabang Jakarta, pada 12-13 Juli 2011. Selain itu, hasil analisis ini akan merupakan komponen dalam studi yang lebih luas tentang hipotesis tersebut di atas, yang direncanakan dipresentasikan pada *International Conference in Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)* di ITB tahun 2012, dan diusahakan diterbitkan sebagai buku melalui Penerbit *Lambert Academic Publishing GmbH & Co*, Saarbrücken, Jerman, yang telah menawarkan hal ini setelah mendeteksi adanya laporan dengan tema studi ini dalam *Proceedings ICMNS 2010* terbitan FMIPA ITB, Bandung.

- I. LATAR BELAKANG**
- II. MASALAH DAN TUJUAN PENELITIAN**
- III. KAJIAN PUSTAKA**
- IV. DESAIN**
- V. KELUARAN**
- VI. KESIMPULAN**
- VII. DAFTAR RUJUKAN**

## **I. LATAR BELAKANG**

Fisika dasar adalah kuliah pengantar Fisika yang banyak diajarkan di berbagai program studi sains dan teknik, karena dianggap penting untuk melandasi penguasaan ilmu dan teknologi. Hal ini tampaknya telah berkembang dengan pesat sejak Perang Dunia Kedua tahun 1939-1945. Suatu contoh kiranya adalah buku teks yang pada masanya dipandang sebagai suatu acuan / standar, yaitu tulisan Ralph de Laer Kronig (1904-1995; [www.google.com](http://www.google.com)), mahasiswa Paul Ehrenfest dan asisten Wolfgang Pauli. Buku ini semula ditulis (Kronig 1954) dalam bahasa Belanda, sebagai kumpulan tulisan 9 penulis yang dikoordinasi oleh Kronig, dan diterbitkan pada tahun 1946, dengan tujuan menggambarkan perkembangan fisika secara keseluruhan. Dahulu di Perpustakaan Fisika ITB terdapat beberapa puluh buku berbahasa Belanda ini. Ternyata terbitan ini amat populer, sehingga edisi ketiga terbit pada tahun 1950, dan edisi berbahasa Inggris (~870 hlm) diterbitkan tahun 1954, terlebih karena buku teks berbahasa Inggris ketika itu masih cukup langka. Susunan isinya sbb:

1. Pengantar oleh Kronig, yang memberi gambaran secara keseluruhan tentang tujuan dan cara fisika, alat matematikanya, dan pengukuran fisika.
2. Mekanika oleh P van der Leeden.
3. Getaran dan gelombang oleh P van der Leeden.
4. Elektrodinamika oleh G J Sizoo.
5. Optika fisis oleh P H van Cittert.
6. Struktur atom oleh Kronig.
7. Teori atomik bagi kalor oleh J de Boer.
8. Kelistrikan atomik oleh C J Gorter.
9. Termodinamika oleh J de Boer.
10. Peralatan listrik oleh C J Gorter.
11. Peralatan optik oleh A C S van Heel.
12. Fisika medik oleh H C Burger.
13. Catatan biografis dan tetapan alamiah oleh J Korrynga.
14. Indeks nama dan indeks umum.

Saat ini biasanya materi yang dianggap baku mencakup mekanika, termodinamika, getaran dan gelombang, listrik-magnet dan optika, serta fisika modern.

Masalah yang sering timbul sejak setidaknya tahun 1980an adalah, keluhan dan temuan bahwa efektivitasnya rendah, relevansinya dengan dunia sehari-hari dan dunia teknologi kurang tampak, dan penggunaan matematikanya terlalu menonjol. Tampaknya ini terjadi akibat pesatnya

perkembangan fisika, yang tidak dapat disertai dengan peningkatan kemampuan para pengajar fisika.

Dalam rangka meningkatkan efektivitas kuliah penting ini, telah dikembangkan studi berkelanjutan tentang cara-cara yang lebih beresonansi dengan keinginan mahasiswa peserta kuliah ini, dengan tetap menjaga esensi fisika sebagai ilmu empiris yang berlatar teori yang kuat. Resonansi ini dipandang penting, mengingat telah terjadinya perubahan sikap pada generasi pasca tahun 1980an (Djokopranoto 2009), seperti dapat ditampilkan pada tabel ini:

**Tabel 1. Demografi dan Psikografi**

<i>Veterans</i> Lahir < 1961	<i>Baby Boomers</i> 1946 – 1964	<i>X-ers</i> 1965 – 1980	<i>Millenials</i> > 1981
Setia pada tugas	Hidup itu untuk bekerja	Harus bekerja untuk hidup	Hidup terutama di hari ini saja
Menghormati wewenang	Bersikap optimis	Sesuai dengan kesepakatan	Terampil teknologi
Tugas mendahului hiburan	Ada sasaran, ada cita-cita	Pragmatis saja	Mengharapkan perkembangan
Kesabaran merupakan keutamaan	Tak keberatan hidup dengan berutang	Mandiri	Cerdik-cepat-praktis
Nama baik dan integritas itu penting	Kerjasama dan proses itu penting	Senang menempuh risiko	Suasana perlu menyenangkan
Konservatif, menghargai kestabilan	Pengakuan atas prestasi itu penting	Wewenang itu relatif	Hargai, kalau kita dihargai
Cinta bangsa	Mengenang masa muda	Terampil macam-macam	Mampu macam-macam

Fisika itu penting, baik menurut para fisikawan, maupun menurut para ilmuwan dan beberapa negarawan. Akan tetapi paradigma yang dianut generasi muda tampak menuntut pola presentasi yang lebih ringkas-padat tetapi bermakna-relevan.

Satu hipotesis yang telah dicapai dalam tahapan studi ini sekarang adalah, bahwa tingkat kesadaran ilmu (*science awareness*) dan kesadaran ilmiah (*scientific awareness*) merupakan sasaran yang lebih relevan dan realistis, dibandingkan dengan cita-cita yang lebih berbobot, yaitu suatu tingkat kepahaman ilmu (*science literacy*) dan kepahaman ilmiah (*scientific literacy*; Showalter 1975) yang kokoh. Showalter menjabarkan *scientific literacy* dalam 7 dimensi:

1. memahami hakekat pengetahuan yang ilmiah, yaitu bahwa ilmu itu senantiasa berkembang.
2. menerapkan konsep dan teori ilmiah pada hidupnya sehari-hari secara baik.
3. menggunakan proses ilmiah dalam memecahkan masalah.

4. memperlakukan lingkungannya sesuai dengan nilai-nilai yang tersirat dalamnya.
5. menghargai keterbukaan, pendapat berbeda, menyadari adanya keterbatasan ilmu, dsb.
6. menyadari kekayaan alam, sehingga terus belajar.
7. menguasai sejumlah kemampuan dan keterampilan ilmiah, sehingga percaya-diri.

OECD<sup>6</sup> (*Organization for Economic Cooperation and Development*; 2011) yang akan merayakan ulang tahunnya yang ke 50 tanggal 30 September 2011, mendasarkan dirinya pada beberapa nilai yang konsisten dengan paham literasi ilmiah, yaitu:

- a. Obyektif: independen dan mendasarkan diri pada bukti konkret
- b. Terbuka: mendukung debat untuk mencapai pemahaman bersama tentang masalah yang global-kritis
- c. Berani: mempertanyakan konvensi dan memulai inisiatif baru
- d. Merintis inisiatif: berusaha mengenali tantangan dan penanggulangannya
- e. Etis: menjaga kredibilitas dengan mendasarkan diri pada saling-percaya, integritas, transparansi.

Hipotesis ini direncanakan diuji dengan beberapa cara, seperti mengembangkan kuliah layanan dalam fisika bagi program studi lain, baik pada jenjang sarjana maupun pada jenjang lain.

Dalam studi ini direncanakan menganalisis kaitan Fisika dengan Dunia Digital, dalam rangka menjabarkan dan mengembangkan cara-cara meningkatkan efektivitas tersebut.

## II. MASALAH DAN TUJUAN PENELITIAN

Dalam rangka menguji hipotesis ini, telah dilakukan suatu analisis tentang kaitan fisika dengan dunia digital. Picunya adalah kenyataan bahwa ada pandangan “Teknik Informatika praktis tidak memerlukan Fisika”. Munculnya pandangan ini dapat dipahami, kalau yang disebut “Fisika” itu adalah susunan kuliah konvensional yang biasa disajikan. Padahal perkembangan ilmu informatika maupun teknologinya jelas menunjukkan makin besarnya peran fisika, misalnya dengan makin seringnya disebut “*quantum computing*” dan makin tinggi kemampuan peralatan komputer tanpa kenaikan harga dan ukuran yang sebanding dengan itu.

Analisis ini didasarkan atas pentingnya mahasiswa program studi teknik informatika menyadari erat dan manfaatnya mengetahui (*awareness*) kaitan antara ilmu dan teknologi yang dipelajarinya, dengan sains dan fisika yang melatarbelakangi berbagai segi teknik informatika itu. Pentingnya ini adalah, agar sarjana teknik informatika bukan hanya mengetahui segi teknis mengolah data, melainkan juga mengetahui latar belakang ilmunya, serta proses ilmiahnya, yang akan lebih memungkinkan mereka untuk mengenali cara-cara inovasi dan pengembangan ilmu yang mereka pelajari itu.

Satu cara menguji hipotesis tersebut di atas muncul ketika ditemukan buku baru di Perpustakaan Pusat (PDII, Pusat Dokumentasi Informasi Ilmiah) Universitas Katolik Parahyangan yang ditulis Raymer (2009). Setelah Senat Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (dahulu FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam) menyetujui diadakannya kuliah pilihan berjudul “Dunia Digital dan Sains”, maka penelitian dengan tujuan bagaimana cara presentasi kuliah yang sesuai dengan uraian di atas, digiatkan.

Tujuan analisis dan studi ini adalah, agar perkuliahan fisika yang dipandang vital bagi suatu masyarakat yang berpengetahuan ilmiah (*knowledge society*) dapat mendukung terbentuknya masyarakat seperti itu secara lebih efektif, demi pencerdasan bangsa Indonesia khususnya, masyarakat dunia umumnya. Diyakini bahwa tujuan ini akan menunjang pelestarian perkembangan kebudayaan manusia secara umum dan positif.

### III. KAJIAN PUSTAKA

Sejak sekitar 20 tahun, telah diperhatikan masalah kurang efektifnya perkuliahan Fisika Dasar ini. Pada tahun 1969 telah digunakan buku teks fisika tulisan Beiser (1962) untuk kuliah Fisika Dasar 1 semester (“tipe C”) bagi mahasiswa Arsitektur dan Planologi ITB. Kemudian digunakan buku fisika dasar tulisan Francis Weston Sears (1898-1975; terbitan 1955; [www.google.com](http://www.google.com)), Halliday & Resnick (Walker 2008), dan Giancoli (1991). Buku teks ini amat baik untuk dapat mulai menguasai fisika, tetapi karena kecenderungan guru dan dosen menggarisbawahi penguasaan kuantitatifnya, segi matematisnya menjadi terlalu tertonjolkan dalam ruang kuliah.

Pada tahun 2007 ditemukan buku tulisan Hobson (2007) yang tampak dapat menunjang hipotesis ini. Hal ini lalu diujicobakan pada kuliah fisika dasar layanan bagi mahasiswa Teknik Industri. Pada tahun 2010 ditemukan buku tulisan Raymer (2009) yang tampak dapat digunakan bagi mahasiswa Teknik Informatika. Sejak tahun 2008 mulai dipublikasikan beberapa segi hasil analisis yang telah dipelajari dalam kerangka meningkatkan efektivitas kuliah ini (Rusli 2008, 2010).

Dengan penyadaran akan ilmu dimaksudkan kesadaran akan sejumlah konsep dasar sains yang dapat digunakan memahami cara kerja alam dan peralatan di sekitar diri orang. Dengan penyadaran cara ilmiah dimaksudkan adanya kesadaran tentang bagaimana menggunakan prosedur-prosedur fisika untuk memperoleh kesimpulan dan prediksi dalam mengatasi masalah sederhana. Ini memerlukan perolehan keterampilan generik (Suprpto Brotosiswoyo 2002):

1. Mengamati dengan indera langsung & taklangsung
2. Menyadari proporsi / skala
3. Membangun konsep berdasarkan hasil pengamatan
4. Menyadari adanya sebab – akibat dalam alam & nalar
5. Menyadari ketaatan-azas / konsistensi dalam alam
6. Dapat menggunakan bahasa simbolik, pengkuantitatifan.
7. Dapat menerapkan pemodelan matematik

### IV. DESAIN

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, analisis tentangnya, dan penelitian-lapangan (semacam *action research*) dalam rangka mencapai suatu sintesis dan ujian terhadap hipotesis kerja yang diajukan di atas.

Desain kuliah didasarkan pada suatu buku teks, agar mahasiswa berkesempatan memeriksa ucapan dosen di kelas dengan suatu tulisan yang dapat ditelusuri kebenaran dan kejelasannya. Kemudian disusun suatu pedoman berisi kerangka perkuliahan beserta berbagai penugasan bagi mahasiswa, yang diserahkan kepada mahasiswa untuk diperbanyak, sebagai acuan kerja selama perkuliahan.

## V. KELUARAN

Keluaran penelitian ini adalah suatu satuan acara perkuliahan (berbobot 2 sks), yang ditunjang sejumlah penugasan, sbb:

Minggu 1: Tata cara perkuliahan; pola, penugasan serta jadwal pengerjaannya. Suatu rangkuman – garis besar isi / materi kuliah dan manfaatnya.

Minggu 2: Kaitan dunia digital dengan sains; segi matematika dan segi elektronika, transmisi data dan sifat bahan yang menunjangnya (Raymer bab 1 dan 2).

Minggu 3: *Liquid Crystal Display (LCD)*; bahannya, cara kerjanya berdasarkan sifat optik bahan dan elektroniknya (Raymer bab 7).

Minggu 4 & 5: Alat memori magnetik (disk), memori optik (*CD, DVD*), memori kapasitif; bahannya dan teknologi nano, cara kerjanya (Raymer bab 5, 9, 10, 11).

Minggu 6 & 7: Sumber cahaya (*light emitting device – LED*, laser), ketajaman gambar, piksel dan efek difraksi (Raymer bab 9, 12, 14)

UTS (Raymer ~ 9 bab)

Minggu 8 & 9: Bunyi dan cahaya, sifat perambatan dan saling konversinya (Raymer bab 7 & 13).

Minggu 10 & 11: Gelombang mikro radio dan serat optik; komunikasi data secara digital (Raymer bab 6, 8, 13, 15, 16).

Minggu 12: Pendinginan cip; superkonduktor (Raymer bab 4)

Minggu 13: Kecepatan rotasi disk vs kekuatan bahan, deteksi gerak & akselerometer (Raymer bab 3)

Minggu 14: cadangan.

UAS (Raymer ~8 bab)

Penugasan mingguan untuk pendalaman materi:

- a. Kerangka kuliah satu halaman (iktisar isi kuliah minggu lalu, pendapat kelompok berdua, satu pertanyaan),
- b. Laporan satu halaman tentang topik dari Web (apa yang paling menarik, pendapat kelompok berdua, satu pertanyaan),
- c. Pekerjaan rumah (dari buku teks, 2 soal yang dipilih sendiri, ditulis tangan, dengan tujuan menemukan masalah yang dapat ditanyakan di kelas atau di kerangka kuliah).
- d. Dapat pula ada tugas membuat suatu pra-makalah 1 halaman berdua, satu makalah 2 halaman masing-masing mahasiswa, dan presentasi 10 menit di depan kelas, jika jumlah peserta kuliah di bawah ~25 orang.

Hasil yang diharapkan adalah, makin meningkatnya kesadaran tentang sains, fisika (*science awareness*), dan cara ilmiah (*scientific awareness*) di kalangan masyarakat, beserta cara-cara pendalamannya.

Hasil analisis ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Fisika 2011 di Serpong, Tangerang, yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Fisika, LIPI dalam kerjasama dengan Himpunan Fisika Indonesia Cabang Jakarta, pada 12-13 Juli 2011.

Selain itu, hasil analisis ini akan merupakan komponen dalam studi yang lebih luas tentang hipotesis tersebut di atas, yang direncanakan dipresentasikan pada *International Conference in Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)* di ITB tahun 2012, dan diusahakan diterbitkan sebagai buku melalui Penerbit *Lambert Academic Publishing GmbH & Co*, Saarbrücken, Jerman, yang telah menawarkan hal ini setelah mendeteksi adanya laporan dengan tema studi ini dalam *Proceedings ICMNS 2010* terbitan FMIPA ITB, Bandung.

## VI. KESIMPULAN

Upaya mengembangkan suatu pola perkuliahan fisika dasar yang terasa lebih relevan bagi mahasiswanya, tetapi yang tetap menanamkan esensi fisika, yaitu kesadaran tentang adanya sejumlah konsep dasar yang dapat memahami diri tentang cara kerja alam (*science awareness*), dan kesadaran tentang adanya suatu cara ilmiah yang efektif untuk menelaah proses-proses dalam alam dan masyarakat umum (*scientific awareness*) dipandang merupakan suatu kegiatan yang perlu dikembangkan, demi menunjang kemampuan anggota masyarakat untuk menghadapi dan menangani serta mengendalikan perkembangan ilmu dan teknologi yang makin pesat.

Hal ini dapat dilakukan dengan mendasarkan diri pada buku teks yang sesuai, dan suatu cara pelaksanaan perkuliahan yang *student-oriented*, dalam arti berfokus pada kepentingan dan perhatian mahasiswa, baik yang dangkal (agar dapat memotivasi mereka) maupun yang lebih esensial (agar kebutuhan jangka panjang mereka akan tertangani kelak).

## VII. DAFTAR RUJUKAN

Beiser, Arthur (1962). *The Mainstream of Physics*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts

Djokopranoto, R (2009). *Demography dan Psychography*, dikutip dari suatu studi ilmu sosial di Inggris; pada suatu sarasehan di Universitas Katolik Parahyangan, Bandung 23 October 2009

Giancoli, Douglas C (1991). *Physics – Principles with Applications*. 3th edition. London. Prentice-Hall. 1991; present 6th edition published in 2005

Hobson, Art (2007). *Physics – Concepts and Connections*, 4th edition. New Jersey, Pearson

Kronig, Ralph de Laer (2011). *Wikimedia Commons*. [www.google.com](http://www.google.com). Diakses 14 Juli 2011

Kronig, R (1954). *Textbook of Physics*. Pergamon, London

OECD (2011). *Scientific Literacy*. Diakses di [www.oecd.org](http://www.oecd.org) & [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) 1 Juni 2011

Raymer, Michael G (2009). *The Silicon Web – Physics for the Internet Age*. Taylor & Francis. New York

Rusli, A (2008). *Improving the Learning Process of Under- and Postgraduate Students: Some Study Results*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS). 1314-1320

Rusli, Aloysius (2010). *A Format for the Basic Physics Lecture – Aiming at Science Awareness: Some Study Results* (akan dipublikasi dalam Proceedings of the ICMNS 2010 awal tahun 2011)

Sears, Francis Weston (1955). *University Physics*, dsb. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts

Showalter, Victor et al (1975). *What is Unified Science Education? (Part 5) – Program Objectives and Scientific Literacy*. Prism 11, 2:3 & 4. 1-6.

Suprpto Brotosiswojo, Benedictus (2004). *Sejumlah Kemahiran Generik yang dapat dilatihkan lewat Pengajaran Fisika*. Artikel dalam Maria Assumpta. Benedictus Suprpto Brotosiswojo – Catatan 70 tahun. 144-154. Sangkris, Bandung

Walker, Jearl (2008). *Halliday / Resnick Fundamentals of Physics*. 8<sup>th</sup> edition. Singapore. John Wiley (Asia)

Aloysius Rusli  
Jurusan Fisika  
Fakultas Teknologi Informasi dan Sains,  
Universitas Katolik Parahyangan, Ciumbuleuit 94, Bandung 40141  
Tel: 022-204-1964, Faks: 022-204-2141  
E-mail: [arusli@unpar.ac.id](mailto:arusli@unpar.ac.id), SMS: 0812-142-5373