

LAPORAN PENELITIAN:

Kesadaran Ilmu dan Ilmiah: Melalui definisi dan realisasi satuan massa kilogram versi CGPM 2011

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 padahal perkembangan fisika sebenarnya terus berkembang pesat, 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 kepehaman ilmu (*science literacy*) dan kepehaman ilmiah (*scientific literacy*). Kemajuan ini telah dilaporkan pada *International Conference on Physics and Its Applications (ICPAP) 2011*, 10 November 2011 di ITB, Bandung.

Hipotesis ini hendak terus diuji, antara lain dengan mengembangkan modul-modul bagi topik kuliah baginya, seperti tentang kaitan dunia digital dengan sains, tentang Sistem Internasional, yang diarahkan untuk menambah kesadaran dan sedapatnya juga kepehaman mahasiswa tentang proses dan materi fisika yang terkait dengan itu.

Dalam penelitian ini, telah dilakukan suatu analisis tentang rencana perubahan definisi bagi satuan kilogram, dari mengacu pada silinder platina-iridium di Sèvres dekat Paris, menjadi mengacu pada tetapan Planck yang sejauh ini tampak memang suatu tetapan universal. Hal ini ternyata mengait pada beberapa perkembangan mutakhir fisika. Hasil analisis ini telah dipresentasikan pada Simposium Fisika Nasional ke 24 di ITB, Bandung pada tanggal 11 November 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 *scientific awareness* studi ini dalam *Proceedings ICMNS 2010* terbitan FMIPA ITB, Bandung.

ABSTRACT of RESEARCH REPORT on

Science and Scientific Awareness: Through the Definition and Realization of the SI Unit of the Kilogram Proposed to the 24th CGPM, October 2011

Basic Physics is an introductory physics lecture course which is included in many science and engineering study programmes, as it is considered important as the foundation for mastering science and technology. Usually its content is considered standard when it contains mechanics, thermodynamics, vibrations and waves, electromagnetism and optics, and modern physics. The problem often surfacing is, repeated complaints and indications that its effectiveness is low, its relevance with daily life and the world of technology is not noticeable while developments in physics actually are developing fast, and too much mathematics obscuring the physics of the lecture course. To improve effectiveness of this important course, a continuing study has been done into methods which might resonate more with expectations of students following this course, while keeping the physics essence as an empirical science with a strong theoretical background.

One hypothesis reached at this stage is, that science and scientific awareness are more relevant and realizable goals, compared to the usually promoted science and scientific literacy. This development has been reported at the International Conference on Physics and Its Applications (ICPAP) 2011, 10 November 2011 at ITB, Bandung.

This hypothesis is intended to be examined further, a.o. by developing topical modules for that basic physics lecture course, which has been done on the connection of the digital world with science and on the International System of Units, which is aimed to increase awareness and if possible also understanding and literacy of students about the scientific process and the physics content.

In this study, an analysis has been done on the proposal of changing the definition of the kilogram, the basic unit for mass. Its present definition, based on the platinum-iridium cylindrical International Prototype of the Kilogram kept at Sèvres near Paris, is proposed to be changed and based on the universal constant of Planck. As expected, this involves at least two recent developments in physics. This analysis has been presented at the 24th National Symposium of Physics at ITB, Bandung on 11 November 2011.

Besides, this analysis is part of a larger study on the mentioned hypothesis above, intended to be reported at the International Conference in Mathematics and Natural Sciences (ICMNS) at ITB in the year 2012, and planned to be published through Lambert Academic Publishing GmbH & Co, Saarbrücken, Germany, who offered their services after detecting a report on the theme of scientific awareness in the Proceedings of the ICMNS 2010 by 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), 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 Korringa.
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. Jika dibandingkan antara daftar topik Kronig dan daftar baku masa kini, tampak bahwa telah terjadi kontraksi jumlah topik, dengan lebih menekankan konsep dan teori, dan mengecilkan segi instrumentasi dan terapan fisika.

Masalah yang sering timbul tentang mata kuliah ini, sejak setidaknya tahun 1980an, adalah gencarnya keluhan dan temuan bahwa efektivitasnya rendah, relevansinya dengan dunia sehari-hari dan dunia teknologi kurang tampak, dan penggunaan matematikanya terlalu menonjol. Hal ini bukan hanya muncul di jenjang perguruan tinggi, melainkan meluas sampai ke jenjang sekolah menengah. Tampaknya ini terjadi akibat pesatnya perkembangan fisika, yang tidak dapat disertai dengan peningkatan kemampuan para pengajar fisika untuk mengakomodasi perkembangan mutakhir itu ke dalam kurikulumnya.

Padahal penguasaan fisika adalah penting, agar masyarakat lebih dapat bertanggungjawab ketika menilai dan memilih arah tindakannya, baik secara pribadi, maupun melalui lembaga-lembaga perwakilan rakyat. Dengan perkataan lain: Dalam masyarakat yang dilandasi / menggunakan ilmu dan teknologi canggih (suatu *knowledge society*), perlu disediakan pendidikan yang memadai tentang sains dan teknologi; dan kuliah fisika dasar merupakan alat yang paling sesuai untuk itu. Perlunya ini adalah demi pencerdasan masyarakat, dan demi membantu melestarikan kebudayaan yang tetap berpusat pada manusia.

Dalam rangka meningkatkan efektivitas kuliah penting ini, telah dikembangkan studi berkelanjutan (Rusli 2008, 2010) 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, karena mendasari kepesatan perkembangan teknologi yang telah dan terus merambah ke semua bidang masyarakat luas. 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 realistik, dibandingkan dengan cita-cita yang lebih berbobot, yaitu suatu tingkat kepeahaman ilmu (*science literacy*) dan kepeahaman ilmiah (*scientific literacy*; Showalter 1975, OECD 2011) yang kokoh (Rusli 2011a). Cita-cita yang lebih berbobot itu tampaknya hanya dapat difokuskan pada atau diharapkan dari kelompok inti kebudayaan masyarakat, yaitu para pengajar & pendidik, kaum intelektual/cendekiawan, dan kaum ilmuwan sendiri.

Showalter menjabarkan *scientific literacy* (diterjemahkan menjadi kepeahaman ilmiah) 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 (*Organization for Economic Cooperation and Development*; 2011) yang merayakan ulang tahunnya yang ke 50 tanggal 30 September 2011, mendasarkan dirinya pada beberapa nilai yang konsisten dengan paham literasi ilmiah (kepahaman 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.

Kemudian ditemukan pula karya *National Science Digital Library (NSDL, 2011)* yang menyediakan belasan peta *science literacy* (kepahaman ilmu) untuk membantu para guru melihat hubungan antar-konsep.

Tampak bahwa kepahaman ilmiah dan kepahaman ilmu ini patut diupayakan, tetapi yang tampak sebagai masalah adalah, bagaimana taraf seperti itu dapat dicapai.

Hipotesis bahwa yang lebih realistis adalah berupaya mencapai kesadaran ilmiah (*scientific awareness*) dan kesadaran ilmu (*science awareness*) ini telah, sedang, dan akan terus diuji melalui beberapa cara, seperti mengembangkan kuliah layanan dalam fisika bagi program studi lain (Rusli 2011a & b), baik pada jenjang sarjana maupun pada jenjang lain, dan menyediakan modul-modul tentang topik fisika yang dipandang relevan (Rusli 2011c & e).

Dalam studi ini telah dilakukan analisis tentang redefinisi satuan kilogram, dari mengacu ke silinder platina-iridium di Sèvres dekat Paris, menjadi mengacu ke tetapan Planck yang dipandang merupakan suatu tetapan universal. Pertimbangannya adalah, karena hal ini dapat menunjukkan beberapa perkembangan mutakhir fisika, sehingga materi kuliah fisika dapat lebih tampak relevan.

II. MASALAH DAN TUJUAN PENELITIAN

Prototipe internasional bagi kilogram (IPK) yang terbuat dari logam platina-iridium agar ukurannya agak kecil dan kekerasan permukaannya dapat besar (agar tidak mudah tergores dan berubah massanya), telah dibuat pada tahun 1880an, tetapi ketika pada tahun 1940an dan tahun 1990an dilakukan perbandingan massa berbagai duplikat prototipe itu, ditemukan bahwa dalam satu abad ini telah terjadi penyimpangan sebanyak ~60 mikrogram, suatu penyimpangan pada orde 10^{-7} . Hal ini mulai menimbulkan kekhawatiran, karena ketidakpastian tersebut, yang asal usulnya sampai kini tidak dapat dipastikan, akan dapat menambah ketidakpastian definisi satuan Sistem Internasional (S.I.) lainnya seperti ampere, kelvin, mole, dan candela, yang mendasarkan dirinya juga pada satuan kilogram.

Maka sejak tahun 1970an upaya mencari cara lain untuk mendefinisikan kilogram telah dimulai, dan semula diperkirakan bahwa pada Konferensi Umum tentang Berat dan Ukuran (CGPM) ke 24 pada tanggal 17-21 Oktober 2011 di Paris, akan dapat disepakati redefinisi

kilogram menjadi dikaitkan dengan tetapan Planck. Tetapan Planck ini tidak ditemukan berindikasi telah berubah dalam satu abad ini.

Ternyata redefinisi ini pada awal tahun 2011 mulai dibicarakan penundaannya, dan 21 Oktober 2011 disepakati ditunda (BIPM 2011) sampai beberapa (~3 buah) laboratorium utama yang saling independen di dunia sempat mempertajam dan mengecilkan ketidakpastian dalam tetapan Planck, dan ketidakpastian prosedur beberapa cara realisasi pengukuran kilogram itu.

Masalah tentang ketidakpastian yang bertambah besar bagi prototipe kilogram ini dipandang sebagai masalah yang patut disadarkan pada para mahasiswa, agar mereka menyadari bahwa ilmu itu terus berkembang, bukannya statik. Selain itu, kesadaran ini merupakan kesempatan baik untuk memperkenalkan, walaupun hanya sepintas, tentang beberapa perkembangan fisika yang mengait pada masalah ini.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempertajam pemahaman tentang lika liku masalah ini, agar presentasi tentang masalah ini dapat dilakukan secara cukup tepat. Ketepatan ini juga menjadi salah satu manfaat penelitian ini bagi keperluan presentasi materi yang menarik di kelas.

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), 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 (Rusli 2011a & b). Sejak tahun 2008 mulai dipublikasikan beberapa segi hasil analisis yang telah dipelajari dalam kerangka meningkatkan efektivitas kuliah ini (Rusli 2008, 2010, 2011a, c, d).

Dengan kesadaran akan ilmu dimaksudkan kesadaran akan sejumlah konsep dasar sains yang dapat digunakan memahami cara kerja alam dan peralatan di sekitar diri orang. Dengan kesadaran 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

Pustaka yang dimanfaatkan untuk studi ini adalah pustaka PDII Unpar, pustaka milik pribadi, dan www.google.com, www.scholar.google.com, wikipedia, dan lainnya. Akses Internet menjadi sarana penting, selain sebagai sumber informasi yang cukup obyektif (walaupun bukannya sempurna sehingga tetap perlu kritis dalam memanfaatkannya), juga sebagai pola akses informasi masa kini.

Informasi ini digunakan mendukung perumusan modul tentang redefinisi kilogram yang dapat meningkatkan kesadaran tentang ilmu yang melatarbelakangi redefinisi kilogram itu, dan kesadaran tentang proses ilmiah yang menghasilkan ilmu tersebut.

IV. DESAIN

Desain dan metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, analisis tentangnya, dan penelitian-lapangan (semacam *action research*) tentang presentasi dan tanggapan mahasiswa di kelas, dalam rangka mencapai suatu sintesis dan ujian terhadap hipotesis kerja yang diajukan di atas.

Desain modul tentang kilogram ini didasarkan pada pustaka baik yang konvensional maupun pustaka di Internet, agar mahasiswa berkesempatan memeriksa ucapan dosen di kelas dengan suatu tulisan yang dapat ditelusuri kebenaran dan kejelasannya.

V. KELUARAN

Keluaran penelitian ini adalah suatu modul yang menguraikan tentang latar belakang satuan kilogram, sampai dengan bagaimana direncanakan redefinisinya dengan mengaitkannya pada tetapan Planck.

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 Konferensi Internasional tentang Fisika dan Aplikasinya (ICPAP 2011) dan Simposium ke 24 Fisika Nasional, keduanya di ITB, Bandung, pada 10-11 November 2011. Penyelenggara dua kegiatan ini adalah Himpunan Fisika Indonesia, dengan dukungan ITB dan Fisika ITB.

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 (Rusli 2010) dalam *Proceedings ICMNS 2010* terbitan FMIPA ITB, Bandung.

VI. KESIMPULAN

Upaya mengembangkan suatu komponen perkuliahan fisika dasar yang terasa lebih relevan bagi mahasiswanya, tetapi yang tetap menanamkan esensi fisika, yaitu kesadaran tentang adanya sejumlah konsep dasar yang dapat memahamkan 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, modul-modul topik fisika yang mengaitkan sejarah sampai ke perkembangan mutakhir fisika, sumber di Internet, 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
- BIPM (2011). *On the possible future revision of the International System of Units, the SI, Resolution 1*. http://www.bipm.org/utils/en/pdf/24_CGPM_Resolution_1.pdf
- 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. Diakses 14 Juli 2011
- Kronig, R (1954). *Textbook of Physics*. Pergamon, London
- National Science Digital Library (2011). *Science Literacy Maps*. 10 Oktober 2011. [www.nsdlib.org](http://strandmaps.nsdlib.org/), <http://strandmaps.nsdlib.org/>, <https://wiki.ucar.edu/display/nsdlibdocs/How+to+Use+Science+Literacy+Maps>.
- OECD (2011). *Scientific Literacy*. Diakses di www.oecd.org & 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 2nd 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*. Proceedings of the 3rd ICMNS 2010, 579-586

Rusli, Aloysius (2011a). *Fisika Dasar sebagai sarana penyadaran tentang sains dan cara ilmiah: Suatu studi*. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2011, Puspiptek, Tangerang, 12-13 Juli 2011, 782-789

Rusli, Aloysius (2011b). *Fisika Dasar dan Kesadaran Ilmiah: Suatu Studi – Analisis Kaitan Fisika dengan Dunia Digital*. Laporan Penelitian LPPM semester genap 2010-2011 (tidak dipublikasi; ada disebut di Rusli 2011a)

Rusli, Aloysius (2011c). *Asal Usul dan Rencana Pengembangan Sistem Internasional (S.I.): Suatu studi*. Prosiding Seminar Nasional Fisika 2011, Puspiptek, Tangerang, 12-13 Juli 2011, 774-781

Rusli, Aloysius (2011d). *Science and Scientific Literacy vs Science and Scientific Awareness: A Study of Wish and Reality*. International Conference on Physics and Applied Physics (ICPAP) 2011, Bandung. Akan dipublikasikan.

Rusli, Aloysius (2011e). *Untuk Kesadaran Ilmu dan Ilmiah: Suatu Studi tentang Massa, Usulan Definisi Baru Satuannya, dan Realisasinya*. Simposium Fisika Nasional (SFN) ke 24, Bandung.

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*. 8th 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, SMS: 0812-142-5373