

Prosiding

Seminar Nasional Pendidikan Sains 2015

*"Pembelajaran dan Penilaian Sains
Sesuai Tuntutan Kurikulum 2013"*

Pembelajaran dan Penilaian Sains Sesuai Tuntutan Kurikulum 2013



**Diselenggarakan:
Program Studi Pendidikan Sains
Program Pascasarjana
Universitas Negeri Surabaya**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS 2015**

*” PEMBELAJARAN DAN PENILAIAN SAINS
SESUAI TUNTUTAN KURIKULUM 2013”*

Diselenggarakan di Surabaya, 24 Januari 2015
oleh Program Studi Pendidikan Sains
Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya

Program Studi Pendidikan Sains
Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya
2015

Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains 2015

ISBN: 978-602-72071-0-3

Diterbitkan:

Program Studi Pendidikan Sains Pascasarjana
Universitas Negeri Surabaya
Kampus Ketintang Gedung K9 Jalan Ketintang, Surabaya 60231
Telepon/Faksimil.: +6231-8293484
muhammad.asvari1991@yahoo.co.id
pascaunesa.ac.id

Hak Cipta ©2015 ada pada penulis

Artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersil (non profit), dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang kecuali mendapatkan izin terlebih dahulu dari penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu’alaikum Wr. Wb., Salam Sejahtera bagi kita semua.

Seminar Nasional Pendidikan Sains tahun 2015 ini mengambil tema “Pembelajaran dan Penilaian Sains Sesuai Tuntutan Kurikulum 2013” dan diselenggarakan pada tanggal 24 Januari 2015 di Surabaya, merupakan suatu kegiatan ilmiah tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya. Seminar ini merupakan tempat bertukar pikiran para pelaku, pemerhati, dan *stakeholder* pada bidang sains, terapan, dan pembelajaran sains yang meliputi guru, mahasiswa, dosen, widyaiswara, dan peneliti.

Seminar ini diikuti oleh sejumlah peserta yang terdiri atas dua orang pembicara kunci yakni Prof. Dr. Ir. Mohammad Nuh, DEA (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia, Periode 2009-2014) dan Dr. Wasis, M.Si. (Dosen PPs Universitas Negeri Surabaya, UNESA), dengan *keynote speaker* yaitu Prof Dr. Muchlas Samani (Guru Besar Universitas Negeri Surabaya, UNESA), serta dari berbagai kalangan yang mengikuti presentasi paralel yang mencakup penerapan pendidikan sains dalam mendukung keberhasilan kurikulum 2013, peran strategis pendidik dan peserta didik dalam mendukung keberhasilan kurikulum 2013, dan peran strategi pembelajaran dan strategi penilaian dalam mendukung keberhasilan kurikulum 2013 dalam bidang Umum, bidang MIPA, Terapan, Pendidikan IPA, Pendidikan Fisika, Pendidikan Kimia, serta Pendidikan Biologi, dengan berbagai topik yang beragam dan berasal dari berbagai daerah di seluruh Indonesia.

Segegap upaya penyuntingan Prosiding ini telah diupayakan sebaik-baiknya, namun kami menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat kesalahan dan kekurangan dalam proses penyuntingan, sehingga kritik dan saran sangat kami harapkan guna perbaikan pada penerbitan yang akan datang. Kami selaku panitia mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu terselenggaranya Seminar ini serta terselesaikannya proses penyuntingan dan penerbitan Prosiding ini. Tidak lupa juga kami memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan baik selama kegiatan Seminar berlangsung maupun masih adanya kesalahan dalam isi Prosiding ini. Semoga acara Seminar Pendidikan Sains tahun 2015 dan penerbitan Prosiding ini bermanfaat bagi kita semua. Sampai jumpa pada Seminar Nasional Pendidikan Sains tahun 2016 yang akan datang.

Surabaya, Januari 2015

Ketua Pelaksana

Budiman, S.Pd.

Copyright Notice

© Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya

Seluruh isi dalam Prosiding ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab masing-masing penulis. Jika dikemudian hari ditemukan indikasi plagiasi dan berbagai macam kecurangan akademik yang dilakukan oleh para penulis maka pihak penyelenggara dan tim penyunting (editor) tidak bertanggungjawab atas segala bentuk plagiasi dan berbagai macam kecurangan akademik yang terdapat pada isi masing-masing naskah yang diterbitkan dalam Prosiding ini. Para penulis tetap mempunyai hak penuh atas isi tulisannya tetapi mengizinkan bagi setiap orang yang ingin mengutip isi tulisan dalam Prosiding ini sesuai dengan aturan akademik yang berlaku.

Terbitan Kelima: Januari 2015

ISBN: 978-602-72071-0-3

Penyunting Ahli:

Prof. Dr. Muslimin Ibrahim, M.Pd.

Prof. Dr. Suyono, M.Pd.

Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Dr. Wahono Widodo, M.Pd.

Z.A. Imam Supardi, Ph.D.

Penyunting Pelaksana:

Muhammad Asy'ari

Mochammad Yasir

Armansyah

Ainul Khafid

Widia

Adhiesta Kurnia

Devi Rachmadani

Rafika

Yunita

Diterbitkan oleh:

Program Studi Pendidikan Sains
Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya

SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS TAHUN 2014

Advisory Committee

Prof. I. Ketut Budayasa, Ph.D.
Prof. Dr. Ismet Basuki, M.Pd.
Prof. Dr. Siti Masithoh, M.Pd.
Prof. Dr. Rudiana Agustini, M.Pd.

Organizing Committee

Budiman, S.Pd.
Adesan Putra, S.Pd.
Selly Candra Citra Mukti, S.Si.
Anik Sulistyorini, S.Pd.
Hairunisa, S.Pd.

Technical Committee

Jono Iskandar, S.Pd.	Sylvia Ayu K., S.Pd.	Ainul Khafid, S.Pd.
Lili Suharli, S.Si.	M. Syaiful H., S.Pd.	Yunita, S.Si.
Hanif Rafika Putri, S.Pd.	Fery Hermanto., S.Pd.	Devi Rachmadani, S.Pd.
Zuraida, S.Pd.	Ummu Khairiyah, S.Pd.	Rafika, S.Pd.
Alifah Rossy A., S.Pd.	Fitriya S., S.Pd.	Mochammad Yasir, S.Pd.
Arie Kusumawati, S.Pd.	Ahmad Fauzi, S.Pd.	Devi Rachmadani, S.Pd.
Fitria Rahmawati, S.Pd.	Dyah Puspita Sari, S.Pd.	Armansyah, S.Pd.
Ainun Jariyah, S.Pd.	Septy Sulistyaningrum, S.Pd.	
Aprillia Dwi A., S.Si.	Affin Nurul H., S.Pd.	
Syarifudin, S.Pd.	Agustanto, S.T.	
Mochammad Maulana T., S.Pd.	Latifatul Jannah, S.Si.	
Yustiani, S.Pd.	Erlin Permana W., S.Pd.	
Carolus P. F. Aliandu, S.Pd.	Kiki Septaria, S.Pd.	
Widia, S.Pd.	Muhammad Asy'ari, S.Pd.	
Rohmawati, S.Pd.	Binar Kurnia Prahani, M.Pd.	
Abdul Gani, S.Pd.	Adhiesta Kurnia, S.Pd.	

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA	v
MAKALAH UTAMA	vi
DAFTAR ISI	xvii
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERFIKIR KRITIS SISWA SMK MELALUI PEMBELAJARAN FISIKA DENGAN MODEL INKUIRI TERBIMBING Nur Hidayatur Rochmah¹⁾ Ayik Agil²⁾ Dewi Suryani³⁾	1-6
PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA (LKS) DENGAN PENDEKATAN <i>SCIENTIFIC</i> POKOK BAHASAN HUKUM NEWTON UNTUK SEKOLAH MENENGAH ATAS SEBAGAI PENUNJANG KURIKULUM 2013 Nurhayati¹⁾ I Made Astra²⁾ Hadi Nasbey³⁾	7-11
MODEL BELAJAR PEMECAHAN MASALAH BERBASIS KOMPETENSI GENERIK SEBAGAI IMPLEMENTASI KURIKULUM FISIKA 2013 Putu Yasa	12-19
PENGEMBANGAN MODUL FISIKA <i>BILINGUAL</i> BERBASIS <i>BLENDED LEARNING</i> UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SMAN 1 SINGARAJA Rai Sujanem	20-27
PERBANDINGAN HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMP ANTARA YANG DIAJAR DENGAN METODE EKSPERIMEN NYATA DAN METODE EKSPERIMEN VIRTUAL Rana Marzuqah	28-32
PENGEMBANGAN MODUL FISIKA ALAT OPTIK BERBASIS PROJECT BASED LEARNING (PjBL) UNTUK KELAS X SMA Ratna Eka Sayekti¹⁾ I Made Astra²⁾ Iwan Sugihartono³⁾	33-36
PENILAIAN AUTENTIK: PENILAIAN KINERJA DALAM PEMBELAJARAN KIMIA SEBAGAI IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 Reny Efendy	37-43
ASESMEN FORMATIF PADA PEMBELAJARAN OPTIKA TERINTEGRASI DENGAN PENDEKATAN DEMONSTRASI INTERAKTIF Riskan Qadar¹⁾ Nuryani Y. Rustaman²⁾ Andi Suhandi³⁾	44-50
PENERAPAN STRATEGI <i>RECIPROCAL TEACHING</i> UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN DAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA SISWA KELAS VIII SMPN 2 LABUAPI Rosmiati¹⁾ Juanda mansyur²⁾	51-58
ANALISIS DAN SOLUSI PENYEMPURNAAN BUKU GURU DAN BUKU SISWA	

KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Giyono¹⁾ Budi Jatmiko²⁾ Endang Susantini³⁾

SMA Negeri 2 Muara Enim Sumatera Selatan
e-mail: giyono855@yahoo.com

Abstrak

Keterampilan berpikir kritis penting dalam proses pembelajaran fisika. Keterampilan berpikir kritis tidak dapat berkembang dengan sendirinya seiring dengan perkembangan fisik seorang anak. Keterampilan berpikir kritis harus dilatihkan melalui pemberian stimulus dalam proses pembelajaran. Guru di sekolah memiliki tanggung jawab untuk membantu siswanya dalam proses pembelajaran untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Dalam proses pembelajaran fisika keterampilan berpikir kritis siswa dapat diukur dengan tes soal keterampilan *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference* dan *explanation*. Instrumen tes yang dikembangkan terdiri atas keterampilan *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference*, dan *explanation* pada materi suhu dan kalor, yang terdiri atas 5 butir soal dengan skor maksimal 30. Hasil tes menunjukkan bahwa untuk keterampilan *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, dan *explanation* masih rendah. Namun untuk keterampilan *inference* sudah cukup baik (88,57%) mendapat skor 2. Mengingat pentingnya keterampilan berpikir kritis untuk dapat diterapkan di kelas, di tempat kerja, dan dalam kehidupan sehari-hari, maka perlu adanya usaha untuk mengembangkan keterampilan tersebut. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan keterampilan tersebut melalui penerapan model pembelajaran fisika yang tepat sesuai dengan ciri dan karakteristik materi fisika.

Kata Kunci: keterampilan berpikir kritis, *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference*, *explanation*

Abstract

Critical thinking skills are important in the process of learning physics. Critical thinking skills can not grow by itself along with the physical development of a child. Critical thinking skills should be practiced through a stimulus in the learning process. Teachers in schools have a responsibility to assist students in the learning process to train and develop students' critical thinking skills. In the process of learning physics students' critical thinking skills can be measured with a test about the skills of *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference* and *explanation*. Developed test instrument consists of skills *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference*, and *explanation* on the material temperature and heat, which consists of 5 items with a maximum score of 30. The results of the tests showed that for the skills of *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, and the *explanation* is still low. But for *inference* skills are good enough (88.57%) received a score of 2. Given the importance of critical thinking skills to be applied in the classroom, in the workplace, and in everyday life, it is necessary to attempt to develop such skills. One attempt to do is to develop these skills through the application of learning models appropriate to their physical traits and characteristics of matter physics.

Keywords: critical thinking skills, *interpretation*, *analysis*, *evaluation*, *inference*, *explanation*

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik (PP Nomor 32 Tahun 2013). Sejalan dengan hal tersebut maka dalam proses pembelajaran fisika guru diuntut untuk mampu memberikan pemahaman dan menghadirkan suasana belajar yang penuh dengan tantangan dan sekaligus menarik bagi siswa yang dapat dijadikan sebagai sarana dalam upaya melatih siswa untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan dan keterampilan berpikir kritis dalam memecahkan masalah.

Paradigma baru pendidikan nasional pada abad 21 disebutkan bahwa pendidikan ilmu pengetahuan, bukan hanya membuat seorang siswa berpengetahuan, melainkan juga mengasah sikap keilmuan terhadap ilmu pengetahuan, yaitu kritis, logis, inovatif, dan inovatif, serta konsisten, namun disertai pula dengan kemampuan beradaptasi (BNSP, 2010: 43). Adapun tuntutan kualifikasi sumber daya manusia pada abad 21 menurut BNSP (2010: 44), memiliki kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving skills*) mampu berfikir secara kritis, lateral, dan sistemik, terutama dalam konteks pemecahan masalah. Pada abad 21 siswa untuk mampu bersaing dalam hidup membutuhkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah. Oleh karena itu dalam proses pembelajaran, terutama pada pembelajaran fisika harus diajarkan keterampilan berpikir kritis (Wagner, 2008: 5). Masih menurut Wagner (2008: 8), untuk mengajarkan keterampilan abad 21 perlu dilakukan secara simultan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Salah satu tujuan pembelajaran fisika adalah siswa harus mampu untuk berpikir kritis (Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014: 69). Keterampilan berpikir kritis tidak dapat berkembang dengan sendirinya seiring dengan perkembangan fisik seorang anak. Keterampilan berpikir kritis harus dilatihkan melalui pemberian stimulus dalam proses pembelajaran. Guru di sekolah dalam suatu institusi penyelenggara pendidikan memiliki tanggung jawab untuk membantu siswanya dalam proses pembelajaran untuk melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa.

1. Pengertian Fisika

Fisika merupakan bagian dari sains. Sains merupakan ilmu pengetahuan yang objeknya adalah alam dengan segala isinya termasuk bumi, tumbuhan, hewan serta

manusianya ditinjau dari segi fisik. Objeknya berupa benda-benda yang nyata. Science berasal dari kata latin yaitu "*scientia*" yang berarti "saya tahu" atau secara harfiah artinya pengetahuan, demikian juga dalam bahasa Inggris *scientia* mula-mula berarti pengetahuan, tetapi pada umumnya yang dimaksud ialah apa yang dulu disebut "*natural sciences*" atau dalam bahasa Indonesia disebut ilmu pengetahuan alam.

Pengertian fisika menurut Curie dan Sud (1989: 4), mengatakan bahwa: "*science is the system of knowing about the universe through data collected by observation and controlled experimentation*". Fisika adalah suatu pengetahuan yang terունս secara sistematis, yang di dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Perkembangan sains ditunjukkan tidak hanya oleh kumpulan fakta saja, tetapi juga oleh timbulnya metode ilmiah dan sikap ilmiah. Fisika diperoleh melalui mekanisme kerja, yaitu melalui observasi dan eksperimen. Dengan mempelajari fisika maka kita akan semakin memahami sifat-sifat dan perilaku alam beserta isinya. Adapun menurut Fisher (1975: 8), mengatakan bahwa "*science is the body of knowledge obtained by methods based upon observation*". Artinya bahwa fisika adalah kumpulan pengetahuan yang diperoleh dengan menggunakan metode-metode yang berdasarkan observasi. Celletti dan Chiappetta (1994: 30) mengatakan bahwa "*science is a broad-based human enterprise that can be defined differently from different viewpoints*". Artinya bahwa fisika adalah suatu usaha manusia yang berbasis ilmu yang dapat digambarkan dengan cara yang berbeda dari pendirian yang berbeda. Menurut Wopkruk (1993: 1), fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan memberi pemahaman kuantitatif terhadap berbagai gejala atau proses alam dan sifat-sifat zat serta penerapannya. Pemahaman kuantitatif dapat dilakukan analisis secara mendalam terhadap masalah yang dikaji dan dilakukan prediksi tentang hal-hal yang bakal terjadi berdasarkan model penalaran yang disajikan.

Berdasarkan pada pengertian tersebut, maka pada hakikatnya fisika meliputi empat unsur utama yaitu: (1) sikap: rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar; sains bersifat *open ended*. (2) proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah, metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan; (3) produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum; dan (4) aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari.

2. Berpikir Kritis

Berpikir kritis semakin dipandang perlu, kita dituntut untuk berpikir kritis. Kita dituntut untuk tidak menerima sesuatu hanya dengan meng "iya" kan sesuatu, kita harus mencari sebab dan bukti-bukti yang mendukung dari data-data yang kita terima setiap waktu. Apa itu berpikir kritis? Berpikir kritis atau *critical thinking* adalah sebuah metode berpikir yang tidak menerima suatu data tanpa bukti atau sebab yang jelas. Berpikir kritis sangat diperlukan untuk menghadapi dunia modern ini dimana semua informasi disajikan secara instan. Ada buku yang sangat menarik tentang berpikir kritis yang judulnya "*Critical Thinking: A Student's Introduction*", dalam buku tersebut dijelaskan bagaimana pentingnya berpikir kritis, pentingnya berpikir kritis upaya tidak mudah dibodohi, dan pentingnya berpikir kritis bagi seorang siswa.

Berpikir kritis telah dimasukkan kedalam kurikulum 2013. Artinya bahwa berpikir kritis perlu dilatihkan pada siswa. Siswa di sekolah diajarkan mengenai berpikir kritis. Dengan berpikir kritis siswa semakin cerdas karena proses interaksi antara siswa dengan siswa maupun siswa dengan guru akan lebih optimal. Siswa berdiskusi dan berdebat tentang apa yang diajaknya benar.

Pengertian berpikir kritis menurut Glaser (1941: 5), diartikan sebagai: (1) suatu sikap atau berpikir secara mendalam tentang masalah-masalah dan hal-hal yang berada dalam jangkauan pengalaman seseorang; (2) pengetahuan tentang metode-metode pemeriksaan dan penalaran yang logis; dan (3) semacam suatu keterampilan untuk menerapkan metode-metode tersebut. Dalam berpikir kritis menuntut upaya keras untuk memeriksa setiap keyakinan atau pengetahuan asumsi berdasarkan bukti pendukungnya dan kesimpulan lanjutan yang dihasilkannya. Menurut Barry (1985), berpikir kritis adalah kemampuan: (1) menetapkan kredibilitas suatu sumber; (2) membedakan fakta yang relevan dari yang tidak relevan; (3) membedakan fakta dari penalaran; (4) mengidentifikasi dan mengevaluasi asumsi yang tidak terucapkan; (5) mengidentifikasi bias yang ada; (6) mengidentifikasi sudut pandang; dan (7) mengevaluasi bukti yang ditawarkan untuk mendukung pengakuan. Sementara itu menurut Ennis (1989), berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya atau dilakukan. Adapun menurut Hassoubah (2007), berpikir kritis diartikan sebagai kemampuan memberi alasan secara terorganisasi dan mengevaluasi kualitas suatu alasan secara sistematis. Kemampuan seseorang dalam berpikir kritis dapat diukur dari tingkah laku yang diperlihatkannya selama proses berpikir. Untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis seseorang itu dapat kita hubungkan dengan

indikator-indikator berpikir kritis yang dikemukakan beberapa ahli. Facione (1990: 6) mengemukakan enam kemampuan berpikir kritis yaitu: (1) interpretasi (*interpretation*) yaitu kemampuan memahami, menjelaskan dan memberi makna data atau informasi; (2) analisis (*analysis*) yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dari informasi-informasi yang dipergunakan untuk mengekspresikan pemikiran atau pendapat; (3) evaluasi (*evaluation*) yaitu kemampuan untuk menguji kebenaran dari informasi yang digunakan dalam mengekspresikan pemikiran atau pendapat; (4) inferensi (*inference*) yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi dan memperoleh unsur-unsur yang diperlukan untuk membuat suatu kesimpulan yang masuk akal; (5) ekplanasi (*explanation*) yaitu kemampuan untuk menjelaskan atau menyatakan hasil pemikiran berdasarkan bukti, metodologi, dan konteks; dan (6) regulasi diri (*self-regulation*) yaitu kemampuan seseorang untuk mengatur berpikirnya. Tabel 1 berikut merupakan keterampilan berpikir kritis dan sub keterampilan berpikir kritis menurut Facione (1990: 6).

Tabel 1. Keterampilan Berpikir Kritis dan sub Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Keterampilan	Sub Keterampilan
1.	Interpretasi (<i>interpretation</i>)	Kategorisasi (<i>categorization</i>) Penodekoden signifikansi (<i>decoding significance</i>) Klarifikasi arti (<i>clarifying meaning</i>)
2.	Analisis (<i>analysis</i>)	Pengujian ide-ide (<i>examining ideas</i>) Pengidentifikasian argumen (<i>identifying arguments</i>) Penggunaan argumen (<i>analyzing arguments</i>)
3.	Evaluasi (<i>evaluation</i>)	Menilai klaim (<i>assessing claims</i>) Menilai argumen (<i>assessing arguments</i>)
4.	Inferensi (<i>inference</i>)	Menanyakan bukti (<i>querying evidence</i>) Menduga alternatif (<i>conjecturing alternatives</i>) Menarik Kesimpulan (<i>drawing conclusions</i>)
5.	Ekplanasi (<i>explanation</i>)	Menyatakan hasil (<i>stating results</i>) Membenarkan prosedur (<i>justifying procedures</i>) Menyajikan argumen (<i>presenting arguments</i>)

6.	Regulasi diri (self-regulation)	Pengujian diri (self-examination) Koreksi diri (self-correction)
----	------------------------------------	---

Berpikir kritis meliputi aktivitas-aktivitas: (1) memperhatikan detail secara menyeluruh; (2) identifikasi kecenderungan dan pola, seperti menetapkan informasi, identifikasi kesamaan dan ketidaksetaraan; (3) menguji penguasaan untuk memastikan tidak ada yang terlewatkan; (4) melihat informasi yang didapat dari berbagai sudut pandang; (5) memilih solusi-solusi yang lebih disukai secara obyektif; (6) mempertimbangkan dampak dan konsekuensi jangka panjang dari solusi yang dipilih. Bagi peserta didik berpikir kritis dapat berarti: (1) mencari dimana perbedaan bukti terkait bagi subjek yang didiskusikan; (2) mengevaluasi kekuatan bukti untuk mendukung argumen-argumen yang berbeda; (3) menyimpulkan berdasarkan bukti-bukti yang telah ditemukan; (4) membangun penalaran yang dapat mengarahkan pendengar ke simpulan yang telah ditetapkan berdasarkan pada bukti-bukti yang mendukungnya; (5) memilih contoh yang terbaik untuk lebih dapat menjelaskan makna dari argumen yang akan disampaikan; dan (6) menyediakan bukti-bukti untuk menguatkan argumen.

Untuk membiasakan anak berpikir kritis dapat diberikan kepada anak tulisan yang di dalamnya terdapat opini penulis dengan argumentasinya yang mudah dipahami oleh anak-anak sesuai usianya. Pilihlah tulisan yang berisi opini yang sedikit berbeda atau bertolak belakang dengan opini yang selama ini berkembang di masyarakat. Misalnya berikan tulisan yang berpendapat bahwa ikut kursus bimbingan itu tidak penting. Tulisan yang opininya berbeda dengan pendapat masyarakat lain pada umumnya akan membiasakan anak untuk bisa berargumentasi dengan menunjukkan alasan-alasan yang kuat dan masuk akal. Setelah anak membaca tulisan tersebut, tanyakan kepadanya beberapa pertanyaan tentang bacaan tersebut. Pertanyaan yang di ajukan sebaiknya adalah pertanyaan tentang fakta atau alasan apa yang disampaikan oleh penulis untuk mendukung opininya tersebut.

Standar berpikir kritis menurut Bassham, dkk (2011: 2), mencakup aspek: (1) kejelasan (*clarity*); (2) ketelitian (*precision*); (3) ketepatan (*accuracy*); (4) keterkaitan (*relevance*); (5) konsistensi (*consistency*); (6) kebenaran logika (*logical correctness*); (7) kelengkapan (*completeness*); dan (8) kejujuran (*fairness*). Adapun manfaat berpikir kritis masih menurut Bassham, dkk (2011: 7), yaitu:

a. Berpikir kritis di kelas

Kemampuan berpikir kritis dikelas meliputi: (1) memulana argumen dan keyakinan orang lain; (2) mengevaluasi secara kritis argumen dan keyakinan tersebut; dan (3) mengembangkan dan mempertahankan argumen dan keyakinan sendiri yang didukung bukti dan/atau teori dengan baik. Keterampilan berpikir kritis akan membantu mengevaluasi secara kritis apa yang sudah telah siswa pelajari di kelas. Berpikir kritis akan mendorong siswa untuk selalu melihat segala sesuatu dari banyak perspektif dan yang jauh lebih luas. Penikiran kritis juga memungkinkan siswa membangun argumentasi atau penarikan mengenai suatu topik atau pendapat. Menurut Eggen (2012: 114), siswa berpikir kritis di dalam kelas memiliki tiga ciri penting, yaitu: (1) dalam memberikan kesimpulan diperlihatkan bukti; (2) kegiatan belajar di kelas menggunakan saling ketergantungan antara berpikir dan belajar; dan (3) tidak memerlukan upaya apapun.

2. Berpikir Kritis di Tempat Kerja

Di mana pun bekerja dan apa saja profesi atau keahlian, berpikir kritis tetap diperlukan. Jika sebagai seorang pimpinan, dituntut untuk memberi instruksi yang jelas, tidak ambigu, dan tidak menyingkakan. Dalam berbagai rapat, diharapkan mampu memformulasikan persoalan secara jelas dan ringkas. Melalui kinerja karyawan bukan berdasarkan kriteria senang atau tidak senang atau prasangka-prasangka etnis, gender, agama, dan sebagainya, tetapi semata-mata berdasarkan keahlian. Memiliki sikap terbuka terhadap kritik dan mau memperbaiki diri. Jika menjadi karyawan biasa, supaya dapat dimengerti teman atau atasan, harus memiliki sikap kritis. Cara berpikir kritis tersebut dapat menjadi pedoman sejauh mana bisa disebut sebagai orang yang kritis. Di tempat kerja, akan sulit dipahami jika cara berkomunikasi tidak jelas, berprasangka, dan sebagainya. Seluruh laporan pekerjaan akan mudah dimengerti oleh sesama teman ataupun atasan, jika dikerjakan secara jelas dan logis.

c. Berpikir kritis dalam kehidupan

Ada tiga aspek berpikir kritis dalam kehidupan sehari-hari, yaitu: (1) berpikir kritis dapat membuat kita terhindar dari pengambilan keputusan yang bodoh; (2) berpikir kritis dapat memastikan peran penting dalam melakukan proses-proses demokrasi; dan (3) berpikir kritis bermanfaat atau berguna dipelajari demi kepentingan diri kita sendiri, demi pengayaan kehidupan diri pribadi kita. Berpikir kritis bisa dilaksanakan dengan jujur dan berani dapat membantu membebaskan kita dari asumsi-asumsi yang tidak benar. Dengan kata lain, berpikir dalam kehidupan memungkinkan kita untuk

menuju ke kehidupan yang mampu dikendalikan dari kita sendiri.

Adapun perbedaan karakteristik antara orang yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan yang tidak memiliki keterampilan berpikir kritis menurut Basiham, et al. (2011: 25), dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 2. Perbedaan Karakteristik Orang yang Memiliki Keterampilan Berpikir Kritis

Orang yang Memiliki Keterampilan Berpikir Kritis	Orang yang Tidak Memiliki Keterampilan Berpikir Kritis
Memiliki semangat untuk mencari penjelasan, ketepatan, dan standar-standar berpikir kritis lainnya.	Sering berpikir dengan cara yang tidak, tidak teliti, dan tidak akurat.
Sensitif terhadap cara di mana pemikiran kritis dapat dipengaruhi oleh egosentrisme, sosiosentrisme, berangan-angan dan hambatan-hambatan lain.	Sering menjadi korban egosentrisme, sosiosentrisme, berpikir relativistik, asumsi yang tidak beralasan, dan berangan-angan.
Terampil memahami, menganalisis, dan mengevaluasi argumen dan berbagai makna pandang.	Sering tidak mengerti atau mengevaluasi secara tidak adil argumen suatu pandang.
Menalar secara logis dan menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan bukti dan data.	Berpikir tidak logis dan menarik kesimpulan yang tidak didukung oleh bukti dan data.
Secara intelektual jujur pada dirinya sendiri, mengakui apa yang tidak diketahuinya dan mengakui keterbatasannya dirinya.	Berpura-pura tahu lebih banyak daripada yang sebenarnya ia ketahui dan mengabaikan keterbatasannya dirinya.
Mendengarkan dengan pikiran terbuka terhadap pandangan yang menantang dan menyebut baik kritik terhadap keyakinan dan asumsi.	Berpikir tetap, dan menolak terhadap kritik dan asumsi.
Mendasarkan keyakinannya pada fakta dan bukti bukan pada preferensi pribadi atau kepentingan pribadi.	Seringkali mendasarkan keyakinan hanya pada preferensi pribadi belaka atau kepentingan pribadi.
Sadar akan bias dan prasangka yang	Kurangnya kesadaran atas bias dan prasangka yang

membentuk cara mereka melihat dunia.	mereka sendiri.
Berpikir secara mandiri dan tidak takut untuk berbeda pendapat dengan pendapat kelompok.	Cenderung mengikuti "berpikir kelompoknya sendiri", tidak kritis mengikuti keyakinan dan nilai-nilai kelompok orang banyak.
Dapat menangkap inti dari sebuah isu atau masalah, tak terganggu oleh detil remeh temeh.	Mudah terganggu dan tidak memiliki kemampuan untuk membidik pada esensi dan sebuah isu atau masalah.
Memiliki keberanian intelektual untuk menghadapi dan menilai ide-ide yang adil, bahkan ide-ide yang menantang keyakinan paling dasar mereka sendiri.	Takut dan menolak ide-ide yang menantang keyakinan dasar mereka.
Mengejar kebenaran dan rasa ingin tahu tentang berbagai isu.	Sering relatif acuh tak acuh terhadap kebenaran dan kurangnya rasa ingin tahu.
Memiliki ketekunan intelektual untuk mengejar pengertian mendalam atau kebenaran meskipun di hadapan kendala atau sulit.	Cenderung tidak bertahan ketika mereka menghadapi hambatan intelektual atau kesulitan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Muara Enim Sumatera Selatan, tahun pelajaran 2013/2014. Populasi penelitian adalah siswa kelas X₁ yang terdiri dari 12 survei laki-laki dan 23 orang siswa perempuan. Pengumpulan data keterampilan berpikir kritis digunakan teknik tes. Sebelum mendesain tes berpikir kritis, perlu diuraikan beberapa definisi operasional yang meliputi istilah keterampilan berpikir kritis, yaitu (1) interpretasi (*interpretation*) yaitu kemampuan memahami, menjelaskan dan memberi makna data atau informasi; (2) analisis (*analysis*) yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dari informasi-informasi yang dipergunakan untuk mengekspresikan pemikiran atau pendapat; (3) evaluasi (*evaluation*) yaitu kemampuan untuk menguji kebenaran dan informasi yang digunakan dalam mengekspresikan pemikiran atau pendapat; (4) inferensi (*inference*) yaitu kemampuan untuk

mengidentifikasi dan memperoleh unsur-unsur yang diperlukan untuk membuat suatu kesimpulan yang masuk akal; dan (5) ekplanasi (*explanation*) yaitu kemampuan untuk menjelaskan atau menyatakan hasil pemikiran berdasarkan bukti, metodologi, dan konteks.

Pada tes keterampilan berpikir kritis analisis dengan sub keterampilan menganalisis argument, disajikan gambar tabel perubahan wujud zat beserta nama perubahan wujud zat. Siswa menjawab pertanyaan bagaimana perubahan suhu zat pada saat zat mengalami perubahan wujud dan perubahan wujud zat manakah yang memerlukan kalor.

Pada tes keterampilan berpikir kritis ekplanasi dengan sub keterampilan membenarkan prosedur, disajikan gambar proses perubahan fase air dari wujud padat menjadi cair dan kemudian menjadi uap gas, siswa menjelaskan perbedaan perubahan fase air dari wujud padat menjadi uap. Berdasarkan pada gambar tentang proses perubahan wujud, siswa diminta menjawab pertanyaan: (1) bagaimana cara menentukan banyaknya kalor pada perubahan es berubah menjadi air dan (2) bagaimana cara menentukan banyaknya kalor pada perubahan air berubah menjadi uap.

Pada tes keterampilan berpikir kritis evaluasi dengan sub keterampilan menilai argument, disajikan grafik hubungan antara suhu terhadap kalor, siswa menentukan banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah air menjadi uap. Berdasarkan grafik hubungan antara suhu terhadap kalor siswa menentukan banyaknya kalor lebur es dari suhu -10°C berubah menjadi air. Untuk tes keterampilan berpikir kritis inferensi dengan sub keterampilan menduga alternatif, disajikan tabel data hasil pengamatan, siswa menentukan kalor, massa benda, dan kalor jenis. Berdasarkan kegiatan dan hasil percobaan dari data tabel pengamatan, siswa menentukan kalor lebur, massa benda, dan kalor jenis.

Tes keterampilan berpikir kritis pada interpretasi (*interpretation*), analisis (*analysis*), evaluasi (*evaluation*), inferensi (*inference*), dan ekplanasi (*explanation*) didasarkan pada skor jawaban siswa dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Skor Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

No.	Kemampuan Berpikir Kritis	Sub Keterampilan	Σ Skor
1	Interpretasi (<i>interpretation</i>)	klasifikasi aru	3
2	Analisis (<i>analysis</i>)	menganalisis argumen	4
3	Evaluasi (<i>evaluation</i>)	menilai argumen	7
4	Inferensi	menduga	14

	(<i>inference</i>)	alternatif	
5	Ekplanasi (<i>explanation</i>)	membenarkan prosedur	2
Jumlah skor			30

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tes keterampilan berpikir kritis yang meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan ekplanasi dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Skor Bukti Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Suhu dan Kalor

No	Jumlah siswa (%)				
	Interpretasi	Analisis	Evaluasi	Inferensi	Ekplanasi
1	18 (51,42)	10 (28,57)	8 (22,85)	-	4 (11,42)
2	9 (25,71)	12 (34,28)	10 (28,57)	-	31(88,57)
3	8 (22,85)	5 (14,28)	11 (34,28)	-	
4		8 (22,85)	-	10 (28,57)	
5			5 (14,28)	8 (22,85)	
6			-	4 (11,42)	
7			-	-	
8				9 (25,71)	
9				-	
10				-	
11				-	
12				4 (11,42)	
13				-	
14				-	

Hasil tes keterampilan berpikir kritis pada materi suhu dan kalor untuk keterampilan interpretasi masih rendah 18 siswa (51,42%) mendapat skor 1, 9 siswa (25,71%) mendapat 2, dan 8 siswa (22,85%) mendapat skor 3. Untuk hasil tes keterampilan analisis diperoleh 10 siswa (28,57%) mendapat skor 1, 12 siswa (34,28%) mendapat skor 2, 5 siswa (14,28%) mendapat skor 3, dan 8 siswa (22,85%) mendapat skor 4. Hasil tes keterampilan evaluasi diperoleh 8 siswa (22,85%) mendapat skor 1, 10 siswa (28,57%) mendapat skor 2, 12 siswa (34,28%) mendapat skor 3, dan 5 siswa (14,28%) mendapat skor 4. Adapun untuk keterampilan inferensi 10 siswa (28,57%) mendapat skor 4, 8 siswa (22,85%) mendapat skor 5, 4 siswa (11,42%) mendapat skor 6, 9 siswa (25,71%) mendapat skor 8, 4 siswa (11,42%) mendapat skor 12. Yang terakhir untuk keterampilan ekplanasi diperoleh 4 siswa (11,42%) mendapat skor 1 dan 31 siswa (88,57%) mendapat skor 2.

Hasil tes menunjukkan bahwa untuk keterampilan interpretasi 27 siswa (77,14%) mendapat skor 1 dan 2, analisis 22 siswa (62,85%) mendapat skor 1 dan 2 dan evaluasi 18 siswa (51,42%) mendapat skor 1 dan 2 masih rendah. Untuk ekplanasi 4 siswa (11,42%) mendapat skor 1 dan 31 siswa (88,57%) mendapat skor 2. Adapun untuk inferensi untuk skor 1 dan 2 tidak ada.

Hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa dari sebanyak 35 siswa dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

No.	Σ siswa	Σ skor total yang diperoleh	%	Nilai
1	5	20	14,28	66,66
2	6	18	17,14	60,00
3	10	16	28,57	53,33
4	12	14	34,28	46,66
5	2	13	5,71	43,33

Hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa dari sebanyak 35 siswa berdasarkan tabel 4 tersebut diperoleh: (a) 5 (lima) siswa mendapatkan skor 20 (14,28%) dengan nilai 66,66; (b) 6 (enam) siswa mendapatkan skor 18 (17,14%) dengan nilai 60,00; (c) 10 (sepuluh) orang siswa mendapat skor 16 (28,57%) dengan nilai 53,33; (d) 12 (dua belas) siswa mendapat skor 14 (34,28%) dengan nilai 46,66; dan (e) 2 (dua) orang siswa mendapat skor 12 (5,71%) dengan nilai 43,33.

PENUTUP

Dalam proses pembelajaran fisika keterampilan berpikir kritis siswa dapat di ukur dengan tes soal keterampilan interpretasi (*interpretation*), analisis (*analysis*), evaluasi (*evaluation*), inferensi (*inference*), dan ekplanasi (*explanation*). Instrumen tes yang dikembangkan terdiri atas keterampilan interpretasi (*interpretation*), analisis (*analysis*), evaluasi (*evaluation*), inferensi (*inference*), dan ekplanasi (*explanation*) pada materi suhu dan kalor, yang terdiri atas 5 butir soal dengan skor maksimal 30. Hasil tes menunjukkan bahwa untuk keterampilan interpretasi, analisis, evaluasi, dan ekplanasi masih rendah. Namun untuk keterampilan inferensi sudah cukup baik (88,57%) mendapat skor 2.

Meningat pentingnya keterampilan berpikir kritis untuk dapat diterapkan di kelas, di tempat kerja, dan dalam kehidupan sehari-hari, maka perlu adanya usaha untuk mengembangkan keterampilan tersebut. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan keterampilan tersebut melalui penerapan model pembelajaran fisika yang tepat sesuai dengan ciri dan karakter materi fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Barham, G., Irwin, W., Nurdono, H., dan Wallace, J. M. (2011). *A critical thinking a student's introduction*. Fourth Edition. New York: Mc Graw Hill.
- Beyer, Barry K. (1985). *Critical thinking*. Phi Delta Kappa, 408 N. Union, P.O. Box 789, Bloomington, IN 47402-0789.
- Brooks, J.G. & Brooks, M.G. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2010). *Paradigma pendidikan nasional abad XXI*. Badan Standar Nasional Pendidikan: Jakarta.
- Carin, Arthur A., and Sund Robert, B. (1989). *Teaching science through discovery*. Columbus, Ohio: Publishing by Merrill Publishing Company A Bell & Howell Information Company.
- Colette, A.T., dan Chapetta, E.L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary schools*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Delors, Jacques. (1996). *Report to UNESCO of the international commission education for the twenty-first century*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: Universitaires de France, Vendôme.
- Edward M. Glaser. (1941). *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. Teacher's College, Columbia University.

- Edgen dan Kauchak. (2012). *Strategi dan Model Pembelajaran Mengajarkan Konten dan Keterampilan Berpikir*. Pemata Putri Media: Jakarta.
- Emmis, R. H. (1991). *Critical thinking: A Streamlined Conception*. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5-24.
- Emmis, R. H. (1993). *Critical Thinking Assessment*. Dalam Donnay, R., & Merryfield, M.M (Eds.). *Theory into practice: Teaching for higher order thinking*. 32(3), 179-186.
- Emmis, R. H., & Norris, S. P. (1990). *Critical Thinking: Testing and Other Critical thinking evaluation: Status, issues, needs*. In J. Algina & S. Legg (Eds.). *Cognitive assessment of language and math outcomes*. Norwood, NJ: Ablex.
- Emmis, R. H. (1996). *Critical thinking*. USA: Prentice Hall, Inc.
- Facione, Peter. A. (1990). *Critical thinking: A Statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. Santa Clara University: The California Academic Press.
- Fisher, Robert B. (1975). *Science man and society*. Philadelphia: W.B.Saunders Company.
- Gilub, La Maronta. (2007). *Pendekatan sainte-teknologi masyarakat dalam pembelajaran sainte di sekolah*. Diambil tanggal 15 Agustus 2007, dari [http://www.depdiknas.go.id/jurnal/Pendidikan di Sekolah Edisi 34.html](http://www.depdiknas.go.id/jurnal/Pendidikan%20di%20Sekolah%20Edisi%2034.html).
- Hake, Richard. R. (2002). *Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on mathematics and spatial visualization*. Tersedia: <http://www.physics.indiana.edu/~hake> [diakses 20 Januari 2014]
- Hossoubah, Z. (2007). *Developing Creative and Critical Thinking Skills* (terjemahan). Bandung: Yayasan Niansa Cendia.
- Jennifer H. Reed. (1998). *Effect of a model for critical thinking on student achievement in primary source document analysis and interpretation, argumentative reasoning, critical thinking disposition, and history content in a community college history course*. Dissertation, Graduate School University of South Florida Tampa, Florida.
- Karie Lin Olson. (2010). *The craftsmanship of critical thinking*. Dissertation. Faculty of Argory University Seattle. College of education.
- Kemendikbud. (2013). *Permendiknas nomor 64 tahun 2013 tentang standar isi*. Jakarta.
- Kemendikbud. (2013). *Badan Penelitian dan Pengembangan Jakarta*.
- Kemendikbud. (2013). *Peraturan pemerintah republik indonesia nomor 32 tahun 2013 tentang perubahan atas peraturan pemerintah nomor 19 tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan*. Kemendikbud: Jakarta.
- Kemendikbud. (2014). *Permendikbud nomor 104 tahun 2014 tentang penulisan hasil belajar oleh pendidik pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah*. Jakarta.
- Kemendikbud. (2014). *Peraturan bersama dijen dadas dan dijen dasmen kementerian pendidikan dan kebudayaan nomor 5496/c.kr/2014 dan nomor 7915/d.kp/2014 tentang juknis pemberlakuan kurikulum tahun 2006 dan kurikulum tahun 2014 pada sekolah jenjang pendidikan dasar dan pendidikan menengah*. Jakarta.
- M. Akhtar Ab Kadir. (2007). "Critical THINKING: A family resemblance in conceptions" *Jurnal of Education and Human Development*. ISSN 1934-7200 Volume 1 Issue 2. 2007 hal. 3.
- Marzano, Robert J., et al. (1987). *Dimension of thinking: A framework for curriculum and instruction*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Norris, S. P. and Emmis, R. H. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications.
- Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. (2nd ed) Cambridge: Cambridge University Press.
- Paul, R. (1993). *Critical thinking: What every student needs to survive in a rapidly changing world*. Dillon Beach, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Schafersman, S.D. (1991). *Introduction to critical thinking*. <http://www.freequary.com/critical-thinking.html> [diakses: 25 Februari 2014]
- Tan, Oon Seig. (2004). *Enhancing thinking through problem based learning approaches*. Singapore: Thomson Learning.
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need and what we can do about it*. New York, NY: Basic Books.
- Walker, Paul & Finney, Nicholas. (1999). *Still Development and Critical Thinking in Higher Education*. Higher Education Research & Development Unit, University College, London WC1E 6BT, UK.
- Wopakruk, Hans J dan Lili Hendraya. (1993). *Dasar-dasar matematika untuk fisika*. Jakarta: Dijen