

PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM TERMODINAMIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* BAGI PESERTA DIDIK SMA/MA KELAS XI

¹⁾Sahar Layali, ²⁾Ika Kartika

¹⁾ Prodi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
E-mail: ¹⁾layalisahar@rocketmail.com, ²⁾ika_thea@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan 1) Mengembangkan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI 2) Mengetahui kualitas alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika SMA/MA 3) Mengetahui respon peserta didik dan keterlaksanaan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI.

Penelitian ini merupakan penelitian R&D dengan model prosedural yang mengadaptasi prosedur penelitian pengembangan menurut Borg and Gall yaitu (1) studi pendahuluan, (2) merencanakan penelitian, (3) pengembangan desain, (4) uji lapangan terbatas, (5) revisi hasil uji lapangan terbatas, (6) uji lapangan lebih luas, (7) revisi hasil uji lapangan lebih luas, (8) uji kelayakan, (9) revisi hasil uji kelayakan, dan (10) diseminasi dan implementasi. Penelitian ini dilakukan sampai pada tahap ke-7, yaitu revisi hasil uji lapangan lebih luas. Instrumen penelitian berupa lembar penilaian kualitas alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* untuk ahli materi, ahli media, dan pendidik Fisika SMA/MA menggunakan skala *Likert* yang dibuat dalam bentuk *checklist*. Instrumen untuk peserta didik berupa skala respon peserta didik menggunakan skala *Likert* yang dibuat dalam bentuk *checklist*. Instrumen keterlaksanaan alat praktikum berupa deskripsi keterlaksanaan alat praktikum saat dilakukan uji coba produk kepada peserta didik. Data hasil penilaian diubah menjadi rerata skor kemudian dibandingkan dengan tabel klasifikasi kriteria kualitatif penilaian produk dan respon peserta didik.

Hasil penelitian yang telah dikembangkan berupa alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI berdasarkan karakteristik *Problem Based Learning*. Kualitas alat praktikum termodinamika yang dikembangkan menurut penilaian ahli materi, ahli media, dan pendidik Fisika SMA/MA adalah sangat baik (SB). Respon peserta didik terhadap alat praktikum termodinamika pada uji coba produk adalah sangat setuju (SS), sedangkan hambatan pada keterlaksanaan alat praktikum yaitu pada kerjasama kelompok, percobaan hukum ke-0, rangkaian alat praktikum, dan waktu pengamatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat praktikum termodinamika yang dikembangkan dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran bagi peserta didik kelas XI SMA/MA.

Kata kunci: Alat Praktikum, Termodinamika, *Problem Based Learning*

ABSTRACT

This research aims to 1) Develop tool practicum of thermodynamic based problem based learning for student SMA/MA grade XI 2) Knowing the quality of tool practicum of thermodynamic based problem based learning based on assessment of material expert, media expert, and teachers of physics SMA/MA 3) Knowing the response of student and enforceability of tool practicum of thermodynamic based problem based learning for student SMA/MA grade XI.

This research is R&D research with procedural model that adapting the research procedure of development by Borg and Gall, that are (1) preliminary studies, (2) planning of research, (3) the development of design, (4) preliminary field test, (5) preliminary field test revision, (6) main field test, (7) main field test revision, (8) operational field test, (9) operational field test revision, and (10) dissemination and implementation. This research was done until the 7th stage, that is main field test revision. The research's instrument form of sheet quality assessment tool practicum of thermodynamic based problem based learning for material experts, media experts, and teachers of physics SMA/MA using a Likert's scale was made in the form of a checklist. Instrument for student in the form scale response of student using a Likert's scale was made in the form of a checklist. Enforceability's instrument in the form of description enforceability tool practicum during testing the products to student. The data assessment converted into a mean score is then compared with the classification table of qualitative criteria assessment product and student response.

Results of research has been developed form of tool practicum of thermodynamic based problem based learning for student SMA/MA grade XI based on the characteristics of Problem Based Learning. Quality tool practicum of thermodynamic developed according to assessment of material expert, media expert, and teachers Physics SMA/MA is very good (SB). The response of student to the tool practicum of thermodynamic on product testing is agree (SS), while a obstacle enforceability of tool practicum that the teamwork, experiment zero law of thermodynamic, practicum's circuit, and observation time. These results indicate that the develop tool practicum of thermodynamic can be used as a medium learning for students SMA/MA grade XI.

Keywords: Tool Practicum, Thermodynamic, Problem Based Learning

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah hak setiap warganegara Indonesia. Pemerintah telah mengaturnya dalam UUD tahun 1945 pasal 31 ayat 1 yang menyatakan bahwa setiap warganegara berhak mendapatkan pendidikan (MPR RI, 2002: 3). Demikian juga dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no.32 tahun 2013 pasal I tentang Standar Nasional Pendidikan yang menyatakan standar sarana dan prasarana adalah kriteria mengenai ruang belajar, tempat berolahraga, tempat beribadah, perpustakaan, laboratorium, bengkel kerja, tempat bermain, tempat berkreasi dan berekreasi serta sumber belajar lain, yang diperlukan untuk menunjang

proses pembelajaran, termasuk penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (Pemerintah Republik Indonesia, 2013: 3). Alat praktikum yang digunakan bertujuan agar peserta didik lebih aktif mendapatkan pengetahuannya sendiri dan dapat merasakan pembelajaran yang didapatkan lebih bermakna.

Agar peserta didik menjadi aktif dalam pembelajaran, maka peran pendidik adalah sebagai fasilitator yang mengarahkan peserta didik untuk memperoleh pengetahuannya sendiri dan sesuai tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan serta bukan lagi sebagai pusat/sumber satu-satunya pengetahuan yang didapat oleh peserta didik. Dengan adanya

media pembelajaran maka peserta didik mempunyai beberapa alternatif sumber belajar. Supaya benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan yang diperoleh, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan permasalahan dan menemukan segala sesuatu untuk dirinya serta berupaya untuk mewujudkan ide-idenya. Maka sangat penting bagi peserta didik untuk melakukan praktikum agar memperkuat teori yang didapatkan di dalam kelas. Pembelajaran yang bermakna akan membuat materi lebih mudah diingat dan dipahami oleh peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi pada 3 sekolah, ada beberapa aspek yang perlu diperbaiki dan dikembangkan lebih lanjut, yaitu:

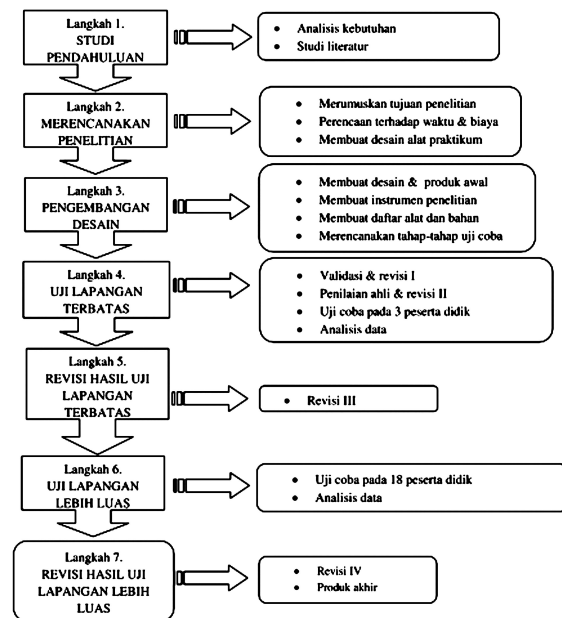
1. Beberapa alat praktikum tidak bisa digunakan karena rusak/buku manual dari alat praktikumnya hilang.
2. Tidak semua materi dapat dipraktikkan karena keterbatasan alat praktikum.
3. Belum tersedia alat praktikum untuk digunakan dengan model pembelajaran *problem based learning* pada materi termodinamika.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dikembangkan alat praktikum termodinamika akan digunakan untuk menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika, alat praktikum dibuat berbasis *problem based learning* sehingga peserta didik dapat lebih aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Mengembangkan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI. 2) Mengetahui kualitas alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* yang dikembangkan. 3) Mengetahui respon peserta didik dan keterlaksanaan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* yang dikembangkan.

METODOLOGI

Penelitian ini adalah penelitian R&D yang dikembangkan oleh Borg & Gall, dalam

penelitian ini langkah-langkah penelitian hanya sampai langkah ke-7 yaitu revisi hasil uji lapangan lebih luas karena keterbatasan waktu dan biaya. Gambar 1.1 adalah bagan prosedur penelitian pengembangan.



Gambar 1.1 Bagan Prosedur Penelitian Pengembangan

Sebelum dilakukan penilaian, produk divalidasi oleh dua orang ahli. Kemudian dilakukan revisi I sebelum dinilai. Penilaian produk dilakukan oleh dua orang ahli media, dua orang ahli materi, dan tiga orang pendidik fisika. Penilaian produk yang dinilai meliputi keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, kesesuaian dengan karakteristik PBL, ketahanan komponen alat praktikum, kotak kit dan hasil pengukuran, keamanan bagi peserta didik, estetika, dan efisiensi alat. Setelah dinilai oleh para ahli dilakukan revisi II sebelum dilakukan uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas. Subjek coba pada uji lapangan terbatas sebanyak 3 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan dan pada uji lapangan lebih luas diujikan pada 18 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan, MAN Lab UIN Yogyakarta, dan MAN Wonokromo. Uji lapangan terbatas bertujuan untuk mengetahui penilaian produk sebelum dilakukan uji coba

pada tahap uji lapangan lebih luas. Setelah mendapatkan hasil dari uji lapangan terbatas dilakukan revisi III dan dilanjutkan dengan uji lapangan lebih luas. Hasil dari uji lapangan lebih luas digunakan untuk revisi IV. Semua hasil penilaian yang diperoleh dari ahli media, ahli materi, dan pendidik fisika dianalisis dengan menggunakan tabel kriteria penilaian produk seperti pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Kriteria Penilaian Produk

No	Rerata skor	Kriteria Kualitatif
1	$3,25 < \bar{X} \leq 4,0$	Sangat Baik (SB)
2	$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Baik (B)
3	$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Kurang (K)
4	$1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Kurang (SK)

Menghitung skor rata-rata dari penilaian para ahli.

$$\chi = \frac{\sum \chi}{n \cdot N} \quad (1.1)$$

χ = Rata-rata skor

$\sum \chi$ = Jumlah skor semua ahli

n = Jumlah ahli

N = Jumlah butir pernyataan

Rata-rata skor penilaian produk tersebut diubah menjadi data kualitatif berdasarkan tabel aturan pemberian skor dengan menentukan jarak kelas interval (i) terlebih dahulu (Eko Putro Widoyoko, 2012: 110) yaitu:

- 1) Nilai maksimal = 4
- 2) Nilai minimal = 1
- 3) Jarak kelas interval (i) = $\frac{4 - 1}{4} = 0,75$

Hasil penilaian yang diperoleh dari respon peserta didik dianalisis dengan menggunakan tabel kriteria respon peserta didik seperti pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kriteria Respon Peserta didik

No	Rerata skor	Kriteria Kualitatif
1	$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Setuju (SS)
2	$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Setuju (S)
3	$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Tidak Setuju (TS)
4	$1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Tidak Setuju (STS)

Menghitung skor rata-rata respon peserta didik.

$$\chi = \frac{\sum \chi}{n \cdot N} \quad (1.2)$$

χ = Rata-rata skor

$\sum \chi$ = Jumlah skor semua peserta didik

n = Jumlah peserta didik

N = Jumlah butir pernyataan

Rata-rata skor respon peserta didik tersebut diubah menjadi data kualitatif berdasarkan tabel aturan pemberian skor dengan menentukan jarak kelas interval (i) terlebih dahulu (Eko Putro Widoyoko, 2012: 110) yaitu:

- 1) Nilai maksimal = 4
- 2) Nilai minimal = 1
- 3) Jarak kelas interval (i) = $\frac{4 - 1}{4} = 0,75$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* terdiri dari 4 kotak kecil, 1 kotak kit besar, 1 peltier/konverter panas, 2 wadah alumunium, 1 set heater, 2 multimeter, 2 termometer, 1 penggaris, 1 wadah plastik, dan 1 stopwatch. Secara keseluruhan, penilaian alat praktikum yang telah dikembangkan dinilai oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika seperti pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Pendidik Fisika SMA/MA

No	Penilai	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
1	Ahli Materi	3,86	Sangat Baik
2	Ahli Media	3,70	Sangat Baik
3	Pendidik Fisika	3,56	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 1.3 dihasilkan rerata skor penilaian produk sebesar 3,86 oleh ahli materi, 3,70 oleh ahli materi, dan 3,56 oleh pendidik fisika. Hasil respon peserta didik pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas disajikan dalam tabel 1.4.

Tabel 1.4 Respon Peserta Didik pada Uji Lapangan Terbatas dan Uji Lapangan Lebih Luas

No	Uji	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
1	Lapangan terbatas	3,40	Sangat setuju
2	Lapangan lebih luas	3,56	Sangat setuju

Berdasarkan tabel 1.4, rerata skor uji lapangan terbatas sebesar 3,40 dan rerata skor uji lapangan lebih luas sebesar 3,56 dengan kriteria kualitatif dari dua uji coba tersebut adalah sangat setuju (SS).

Sedangkan perolehan penilaian pada siswa di uji luas dengan sampel 30 siswa didapatkan skor 3178 dengan rerata 4,91 sehingga masuk dalam kriteria Sangat Baik (SB) dengan presentase 96,30%.

Berikut adalah foto dari komponen alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning*.



Gambar 1.2. Kotak Heater dan Heater



Gambar 1.4 Wadah Air dan Peltier



Gambar 1.5 Multimeter



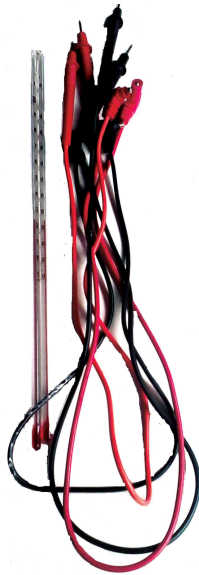
Gambar 1.6 Kotak Multimeter



Gambar 1.3. Kotak Wadah Air



Gambar 1.7 Kotak Kabel, Penggaris, Termometer dan Stopwacht



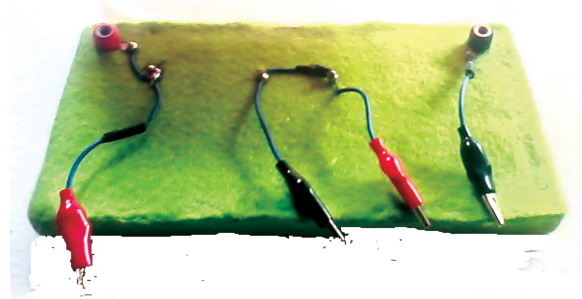
Gambar 1.8 Kabel dan Termometer



Gambar 1.9 Stopwatch



Gambar 1.10 Penggaris



Gambar 1.11 Kotak Plastik, Soket, dan Hambatan Listrik

Setelah dilakukan uji lapangan lebih luas dan revisi IV, maka didapatkan produk akhir dari penelitian pengembangan yang dilakukan yaitu alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI. Produk akhir alat praktikum ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- a. Alat praktikum yang dikembangkan berbasis *problem based learning* bagi peserta didik kelas XI pada tingkat SMA/MA.
- b. Alat praktikum yang dikembangkan juga disesuaikan dengan karakteristik *Problem Based Learning* yaitu:
 - 1) Pengajuan pertanyaan/masalah yang *autentik*, jelas, mudah dipahami, luas dan sesuai tujuan pembelajaran, dan bermanfaat.
 - 2) Berfokus pada keterkaitan antar disiplin ilmu.
 - 3) Penyelidikan *autentik* (nyata).
 - 4) Kolaboratif.
- c. Materi fisika yang dijelaskan menggunakan alat praktikum mengacu pada Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), yaitu:
 - 1) Standar Kompetensi (SK 3):
Menerapkan konsep termodinamika

- dalam mesin kalor.
- 2) Kompetensi Dasar (KD 3.2):
Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika.
 - d. Alat praktikum termodinamika yang dikembangkan digunakan untuk menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika
 - e. Buku panduan praktikum terdiri dari beberapa bagian, yaitu: *Cover*, kompetensi dasar, indikator, materi pokok, tujuan, rumusan masalah, hipotesis awal, alat dan bahan, skema & rangkaian percobaan, prosedur percobaan, data hasil percobaan, metode analisis data, analisis data dan kesimpulan, serta sumber.
 - f. Alat praktikum terdiri dari 4 kotak kecil, 1 kotak kit besar, 1 peltier/konverter panas, 2 wadah aluminium, 1 set heater, 2 multimeter, 2 termometer, 1 penggaris, 1 wadah plastik, dan 1 stopwatch.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI dikembangkan berdasarkan karakteristik *Problem Based Learning*, yaitu penyajian masalah diawal pembelajaran, berfokus pada keterkaitan disiplin ilmu, penyelidikan yang *otentik*, dan penyelesaian masalah dengan kerjasama antar peserta didik.
2. Kualitas alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media serta pendidik fisika adalah sangat baik (SB) dengan rerata skor secara berurutan sebesar 3,86; 3,70 dan 3,56.

3. Respon peserta didik terhadap alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas adalah sangat setuju (SS) dengan rerata skor secara berurutan sebesar 3,40 dan 3,56. Berdasarkan deskripsi keterlaksanaan alat praktikum pada saat dilakukan uji coba produk, ada beberapa faktor penghambat yaitu kurangnya kerjasama dari setiap anggota kelompok, percobaan hukum ke-0 termodinamika pernah gagal sekali, peserta didik mengalami kesulitan saat merangkai alat praktikum, dan waktu pengamatan.

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Saran Pemanfaatan
Peneliti menyarankan agar alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI digunakan sebagai alat praktikum.
2. Saran Diseminasi dan Implementasi Produk
Alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik kelas XI pada jenjang pendidikan SMA/MA dapat disebarluaskan dan diimplementasikan pada pembelajaran, tetapi sebelum disebarluaskan dan diimplementasikan perlu dilakukan 2 tahap lagi sesuai prosedur penelitian pengembangan dari Borg and Gall yaitu uji kelayakan dan revisi hasil uji kelayakan. Penyebaran dapat dilakukan dengan produksi massal yang dapat dilakukan oleh UKM atau industri yang bergerak dibidang pembuatan media pembelajaran.
3. Saran Pengembangan Produk Lebih Lanjut
Media pembelajaran yang dikembangkan berupa alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI perlu dikembangkan lebih lanjut terutama pada

topik-topik materi yang berkaitan dengan termodinamika selain topik hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika. Karena alat praktikum yang dikembangkan oleh peneliti belum bisa digunakan untuk membantu pendidik menjelaskan topik-topik dari materi termodinamika selain hukum-hukum termodinamika.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M.Taufiq. 2009. *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Anil Ishlakh. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning) dan Model Pembelajaran Cooperative Learning Tipe Jigsaw Dengan Berbantu Modul Terhadap Prestasi Belajar Pada Materi Lingkaran Bagi Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Dempet Kebonagung Demak Tahun Ajaran 2010/2011*. Semarang: IKIP Semarang.
- Borg, Walter R, Joyce P.Gall, Meredith D. Gall. 1989. *Educational Research*. Boston: DMC & Company.
- Faizah, S.S.Miswadi dan S.Haryani. 2013. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Softskill dan Pemahaman Konsep [Versi Elektronik]*. Universitas Negeri Semarang
- Khusnul Khotimah, Muhardjito, Purbo Suwarsono. 2010. *Pengembangan Modul Kalor Berbasis Problem Based Learning Berbantu Paket Scaffolding untuk Siswa Kelas X, 2,10-15*.
- MPR RI. (2002). *Perubahan IV Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, Tahun 2003, tentang Pendidikan dan Kebudayaan*
- Pemerintah Republik Indonesia. (2013). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2013 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 19, Tahun 2005, tentang Standar Nasional Pendidikan*.
- Raymond A.Serway and John W.Jewett, Jr. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. (Terjemahan Chriswan Sungkono). California:Pomona.
- Rosana, Dadan. 2014. *Pengembangan Alat Praktikum Sains (FISIKA) Untuk Anak Penyandang Ketunaan Serta Aplikasinya Pada Pendidikan Inklusi*. Yogyakarta: UNY Yogyakarta.
- Sanjaya, Prof.Dr.H.Wina,M.Pd. 2008. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- Tim Puslitjaknov. 2008. *Metode Penelitian Pengembangan*. Jakarta: Puslitjaknov Balitbang Depdiknas.
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid I Edisi Ketiga*. (terjemahan Lea Prasetio & Rahmad W. Adi). New York: Worth Publisher,Inc. (buku asli diterbitkan tahun 1991).
- Trianto, M.Pd. 2012. *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widoyoko, Prof.Dr.S.Eko Putro, M.Pd. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.