



## **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATERI DUALISME GELOMBANG PARTIKEL DI SMA TUT WURI HANDAYANI MAKASSAR**

**I. Yusuf<sup>1\*</sup>, Subaer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar

<sup>2</sup>Dosen Pascasarjana Universitas Negeri Makassar, Makassar

Diterima: 19 Juni 2013. Disetujui: 29 September 2013. Dipublikasikan: Oktober 2013

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian untuk mengembangkan media dan perangkat pembelajaran Fisika berbasis laboratorium virtual. Prosedur pengembangannya mengikuti model four-D. Hasil penelitian menunjukkan (1) media laboratorium virtual model presentasi dan tutorial pada materi radiasi benda hitam, efek fotolistrik, dan efek Compton diperoleh hasil valid dan reliabel; (2) perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Buku Bacaan Peserta Didik (BBPD), dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), selain dibuat dalam bentuk hardcopy, juga softcopy autorun CD yang dilengkapi link ke beberapa website; (3) aktivitas peserta didik di atas 80%, menunjukkan pembelajaran yang dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik.

### **ABSTRACT**

A research has been conducted to develop media and physics learning device based on virtual laboratory. The development procedure followed the four-D models. Results showed (1) virtual lab models media presentations and tutorial on the matter of black body radiation, the photo electric effect and Compton effect were valid and reliable; (2) learning tools in the form of Lesson Plan, Students Textbook, and Students Worksheet, as well as hardcopy, softcopy and autorun CD which links to several websites; (3) activity learners above 80%, indicating that learning was able to activate the learners.

© 2013 Prodi Pendidikan IPA FMIPA UNNES Semarang

**Keywords:** Activities, Virtual Laboratory, and Perception

### **PENDAHULUAN**

Salah satu permasalahan penting dalam pembelajaran Fisika adalah rendahnya kualitas pembelajaran peserta didik. Kualitas proses dan hasil belajar Fisika ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya ketersediaan sarana laboratorium untuk pelaksanaan eksperimen. Kegiatan eksperimen merupakan hal yang penting dalam pembelajaran Fisika, karena aspek produk, proses, dan sikap peserta didik dapat lebih dikembangkan. Samsudin, et. al., (2012) menyatakan

bahwa melalui kegiatan laboratorium (bereksperimen) dapat melatih sikap ilmiah peserta didik dalam memahami konsep pelajaran.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah sumber daya yang mencakup bahan dan peralatan, ruang dan perabot, serta teknis. Selain itu, tidak semua percobaan dapat dilakukan bukan hanya karena tidak ada alatnya, tetapi karakteristik percobaan itu sendiri yang melibatkan proses dan konsep-konsep abstrak, sehingga diperlukan sebuah alternatif agar kegiatan percobaan termasuk pada konsep-konsep abstrak tetap dapat dilakukan.

Berdasarkan temuan peneliti di SMA Tut

\*Alamat korespondensi:

Email: beniprolink@yahoo.com

Wuri Handayani Makassar pada ujian KD 1 tahun ajaran 2012/2013, peserta didik kelas XII IPA hanya mencapai ketuntasan 36%. Peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep Fisika terutama yang berkaitan dengan praktikum. Jika peralatan laboratorium tidak memadai maka salah satu solusinya adalah memanfaatkan media pembelajaran berupa laboratorium virtual. Menurut Cengiz (2010) penggunaan laboratorium virtual dapat mengatasi beberapa masalah yang dihadapi terkait peralatan laboratorium yang kurang memadai dan memberikan kontribusi positif dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Laboratorium virtual merupakan salah satu media pembelajaran yang berhubungan dengan TIK. TIK memiliki peran penting sebagai salah satu sumber belajar yang dapat dimanfaatkan oleh guru maupun peserta didik dalam memperoleh pengetahuan secara efektif dan efisien (Maliza, et. al., 2011). Media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai alat bantu berupa fisik maupun nonfisik yang digunakan sebagai perantara antara guru dan peserta didik dalam memahami materi pelajaran secara lebih efektif dan efisien. Menurut Gundogdu, Silman dan Ozan (2011) melalui media komputer, materi pelajaran dapat lebih cepat diterima peserta didik secara utuh serta menarik minat mereka untuk belajar lebih lanjut. Penggunaan media komputer dalam pembelajaran, guru memainkan peran penting sebagai fasilitator untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran (Kutluca, 2010).

Mahanta & Sarma (2012) Laboratorium Virtual (Lab-Vir) memanfaatkan komputer untuk mensimulasikan sesuatu yang rumit, perangkat percobaan yang mahal atau mengganti percobaan di lingkungan berbahaya. Menurut Marti'nez, et. al., (2011) Lab-Vir memungkinkan peserta didik memvisualisasikan dan berinteraksi dengan fenomena yang akan mereka alami jika melakukan percobaan di laboratorium nyata. Selanjutnya, Dobrzański & Honysz (2011); Tatli & Ayas, (2012) bahwa Lab-Vir sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan secara interaktif dan mengembangkan aktivitas keterampilan bereksperimen. Sehingga, Lab-Vir dapat didefinisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah.

Dualisme gelombang partikel merupakan

materi Fisika yang abstrak dan sulit diadakan percobaannya secara nyata, sehingga dirancang Lab-Vir untuk mensimulasikan percobaan secara virtual. Materi tersebut diawali dengan penjelasan tentang radiasi benda hitam (Hukum Pergeseran Wien), selanjutnya efek fotolistrik, dan efek Compton. Salah satu ilmuwan yang menjelaskan teori radiasi benda hitam yaitu Wilhem Wien.

Peneliti menjelaskan konsep Fisika yang abstrak dengan mengembangkan perangkat media pembelajaran pada materi dualisme gelombang partikel sebagai solusi terbatasnya fasilitas laboratorium. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah-masalah berikut: 1) Bagaimanakah karakteristik media laboratorium virtual pada materi dualisme gelombang partikel?; 2) Bagaimanakah karakteristik perangkat pembelajaran berbasis media laboratorium virtual pada materi dualisme gelombang partikel?; 3) Bagaimanakah aktivitas peserta didik dalam kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium virtual?; serta 4) Bagaimanakah persepsi peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan media laboratorium virtual?

## METODE

Penelitian ini menggunakan model four-D meliputi tahap pendefinisian, perencanaan, pengembangan, dan penyebaran. Tetapi dalam hal ini, penelitian hanya dilakukan sampai tahap pengembangan.

Tujuan tahap pendefinisian adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran meliputi analisis awal, peserta didik, tugas, konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Sedangkan tujuan tahap perencanaan adalah untuk menyiapkan prototipe perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir meliputi langkah-langkah pemilihan media, format, dan rancangan awal.

Tahap pengembangan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari pakar dan revisi setelah dilakukan uji coba. Sebelum dilakukan tahap uji coba terbatas di kelas sesungguhnya, terlebih dahulu dilakukan simulasi pembelajaran di kelas XII TJK 1 SMK Handayani Makassar yang berjumlah 12 orang. Simulasi dimaksudkan untuk melatih pengamat dalam mengamati aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran.

Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar berjumlah 14 orang pada tahun ajaran 2012/2013. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar validasi perangkat

pembelajaran, kuesioner evaluasi ahli media, evaluasi ahli materi, instrumen aktivitas peserta didik, dan angket persepsi peserta didik terhadap pembelajaran Fisika berbasis media Lab-Vir.

Data yang diperoleh dari penilaian ahli, dianalisis dengan melakukan *coding*, kemudian dideskripsikan secara kualitatif dan penggambaran data secara kontinum untuk mengetahui kategori penilaian. Selanjutnya menghitung validitas konten CVR (*Content Validity Ratio*) dan CVI (*Content Validity Index*). Penilaian valid jika CVR atau CVI berada pada kisaran nilai 0 s.d 1. Jika pernyataan valid, dilanjutkan analisis reliabilitas. Nilai reliabilitas yang diperoleh dikonsultasikan dengan nilai reliabilitas tabel. Instrumen dikatakan reliabel jika diperoleh reliabilitas hitung lebih besar daripada reliabilitas tabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

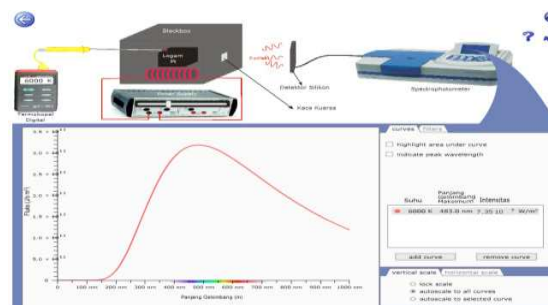
Pada tahap pendefinisian, hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar telah mempelajari materi prasyarat seperti perpindahan kalor secara radiasi dan konsep tentang gelombang. Dari segi bahasa yang digunakan peserta didik umumnya menggunakan bahasa Indonesia. Ditinjau dari tingkat perkembangan kognitifnya menurut Piaget, peserta didik ini telah berada pada tahap operasi formal.

Analisis tugas yang dirancang dituangkan dalam LKPD yang harus diselesaikan oleh peserta didik selama proses pembelajaran di kelas. Begitu pula evaluasi dalam BBPD diselesaikan di luar jam pelajaran. Dari tugas-tugas tersebut, peserta didik aktif melakukan percobaan virtual dan mengevaluasi pemahaman mereka tentang materi yang dipelajari. Selanjutnya, hasil analisis konsep meliputi analisis materi yang akan diajarkan yaitu hukum pergeseran Wien, efek fotolistrik, dan efek Compton. Analisis perumusan tujuan pembelajaran, disesuaikan dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar.

Tahap perancangan, pemilihan dan penggunaan media berupa penggambaran keadaan yang bersifat abstrak, sesuai dengan tujuan, konsep, kondisi lingkungan dan fasilitas serta waktu yang disediakan untuk kebutuhan pembelajaran. Berbagai *software* yang digunakan dalam pembuatan media Lab-Vir ini yaitu AutoPlay Media Studio 7.5 untuk menampilkan *autorun.exe* sebagai tampilan awal saat CD dimasukkan ke komputer,

Adobe Flash CS6 dan Flash Decompiler Trillix dari Eltima *software* untuk mengadaptasi simulasi Fisika yang diunduh dari *The King's Center For Visualization in Science* (KVCS) <http://www.kvcs.ca>. *Software* yang dominan digunakan adalah Lectora untuk pengaturan tampilan program Lab-Vir dan Camtesia V8 untuk pembuatan video tutorial. Pengembangan Lab-Vir ini dapat menyelesaikan permasalahan belajar yang dialami oleh peserta didik dan permasalahan biaya dalam pengadaan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan kegiatan praktikum di sekolah.

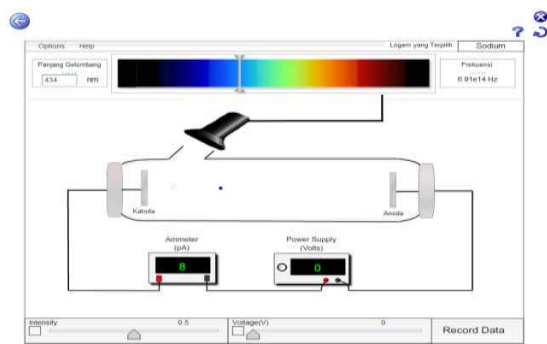
Program Lab-Vir yang dibuat, berisi materi yang dilengkapi dengan gambar, animasi, dan simulasi interaktif. Kelengkapan tersebut membantu peserta didik memahami konsep dualisme gelombang partikel dengan baik. Gambar 1 memperlihatkan tampilan Program Lab-Vir Radiasi Benda Hitam yang digunakan.



**Gambar 1.** Tampilan Percobaan Virtual Radiasi Benda Hitam

Pada percobaan virtual radiasi benda hitam, blackbox sebagai aksesoris benda hitam terdiri dari sebuah logam platina yang dipanasi oleh filamen yang dihubungkan dengan power supply. Selanjutnya, logam platina dipanaskan dengan cara mengubah tegangan power supply. Termokopel digital digunakan untuk mengukur suhu logam platina. Radiasi terpancar dari logam platina melalui jendela kaca kuarsa pada blackbox, radiasi tersebut ditangkap oleh detektor silikon spectrophotometer sehingga tergambar kurva hubungan antara panjang gelombang dengan fluks yang terbentuk. Berdasarkan rangkaian percobaan virtual radiasi benda hitam dan perubahan nilai besaran-besaran, maka dapat diketahui prinsip hukum pergeseran Wien dan hubungan besaran-besaran dalam hukum pergeseran Wien.

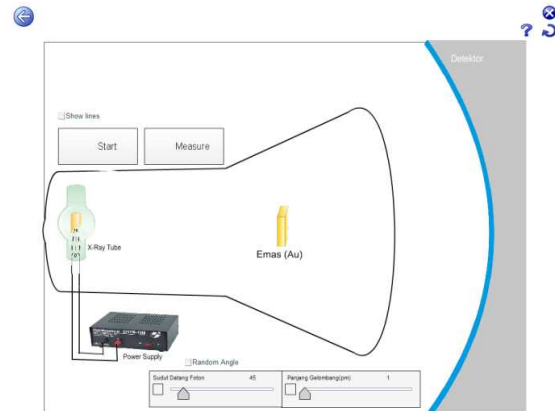
Selanjutnya, Gambar 2 memperlihatkan tampilan Program Lab-Vir Efek Fotolistrik.



**Gambar 2.** Tampilan Percobaan Virtual Efek Fotolistrik

Percobaan virtual efek fotolistrik diawali dengan memilih jenis logam yang diradiasi oleh foton. Selanjutnya menggeser scroll box spektrum untuk mengubah panjang gelombang foton. Intensitas foton dan tegangan power supply dapat diatur dengan menginput nilainya secara langsung ataupun menggeser scroll boxes. Selanjutnya, perubahan arus listrik pada rangkaian dapat terlihat pada ammeter. Berdasarkan perubahan frekuensi dan intensitas foton maka dapat diketahui hubungan antara frekuensi, panjang gelombang dengan kuat arus, tegangan penghenti dengan kuat arus listrik, energi foton dari setiap perubahan frekuensi foton, energi kinetik elektron dan fungsi kerja logam.

Selanjutnya, Gambar 3 memperlihatkan tampilan Program Lab-Vir Efek Compton. Pada prinsipnya, Lab-Vir efek Compton merupakan gambaran peristiwa tumbukan antara foton yang berasal dari x-ray tube dengan elektron bebas pada permukaan logam emas. Foton terpancar dari x-ray tube kemudian bertumbukan dengan elektron bebas pada permukaan logam emas. Akibat tumbukan tersebut, elektron akan terpental, begitupun dengan foton. Perubahan besaran setelah tumbukan, teramati melalui detektor yang melingkupi rangkaian efek Compton. Berbagai fasilitas dapat digunakan dalam percobaan virtual ini, seperti perubahan sudut datang dan panjang gelombang foton untuk mengetahui hubungan antara panjang gelombang foton yang datang dengan sudut elektron setelah tumbukan, panjang gelombang foton sebelum dan setelah tumbukan, pergeseran panjang gelombang foton, dan energi kinetik elektron.



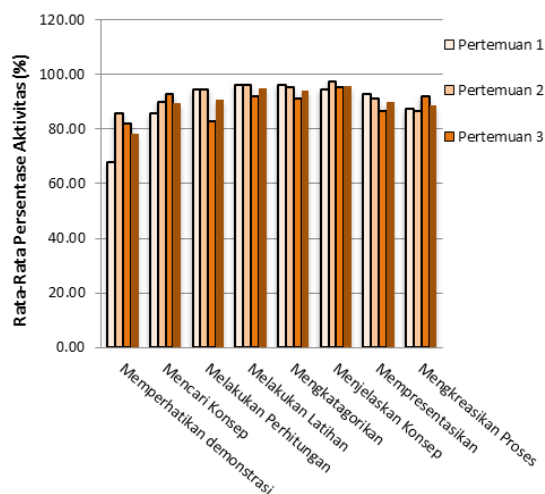
**Gambar 3.** Tampilan Percobaan Virtual Efek Compton

Pada pengembangan perangkat pembelajaran, RPP dilengkapi dengan daftar spesifikasi. Hal ini penting sebagai pedoman guru dalam memberikan penilaian. LKPD dilengkapi dengan materi pengantar untuk memberikan pengetahuan dasar kepada peserta didik sebelum melakukan percobaan virtual. BBPD menguraikan materi dualisme gelombang partikel secara runtun, disertai dengan tinjauan iptek, gambaran percobaan virtual, contoh soal, dan evaluasi. Instrumen aktivitas peserta didik menguraikan aktivitas yang mungkin selama proses pembelajaran.

Validasi ahli dilakukan oleh dua orang ahli media sekaligus sebagai ahli materi yang merupakan dosen Fisika di Universitas Negeri Makassar. Selain itu dilakukan validasi praktisi oleh seorang guru Fisika di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. Berdasarkan penilaian perangkat pembelajaran oleh validator, diperoleh hasil valid dan reliabel untuk setiap pernyataan yang diberikan, hal ini mengindikasikan bahwa media Lab-Vir, RPP, BBPD, LKPD, instrumen aktivitas, dan angket persepsi peserta didik dapat digunakan. Perangkat pembelajaran tersebut selanjutnya dapat diterapkan dalam pembelajaran di kelas, karena untuk meningkatkan pembelajaran Fisika di kelas maka diperlukan perangkat pembelajaran yang berkualitas seperti RPP, modul dan lembar kerja peserta didik (Chodijah, Fauzi dan Wulan, 2012).

Aktivitas peserta didik pada tahap uji coba dapat dilihat pada Gambar 4.





**Gambar 4.** Aktivitas Peserta Didik

Berdasarkan penilaian pengamat dari setiap pertemuan diperoleh bahwa aktivitas peserta didik di atas 80% yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis media Lab-Vir memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk beraktivitas. Menurut Tatli & Ayas (2012) Lab-Vir sebagai faktor pendukung untuk memperkaya pengalaman nyata dan memotivasi peserta didik untuk melakukan percobaan berupa mengontrol bahan dan peralatan, mengumpulkan data, melakukan percobaan secara interaktif, dan untuk mempersiapkan laporan percobaan serta mengembangkan keterampilan bereksperimen. Pembelajaran berbasis media Lab-Vir memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bereksplorasi, sehingga sangat memungkinkan mereka untuk selalu beraktivitas, bukan hanya mendengarkan dan mencatat sebagaimana yang diungkapkan oleh Cengiz (2010) bahwa Lab-Vir disertai dengan perangkat pembelajaran yang tepat dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran.

Adapun hasil analisis persepsi peserta didik terhadap pembelajaran Fisika berbasis media

Lab-Vir dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh persepsi peserta didik terhadap pembelajaran Fisika berbasis media Lab-Vir di atas 90% yang menunjukkan bahwa peserta didik sangat setuju terhadap pembelajaran yang dilakukan.

Persepsi peserta didik setelah belajar dengan menggunakan media Lab-Vir menunjukkan hasil yang sangat setuju, tidak ada peserta didik yang memberikan penilaian tidak setuju dari setiap kriteria yang diajukan. Peserta didik tertarik dengan tampilan simulasi media pembelajaran, mudah dalam menjalankan simulasi interaktif, mudah memahami materi pelajaran, serta senang belajar dengan bantuan media Lab-Vir. Hal ini sesuai dengan penelitian Yulianti, Khanafiyah dan Sugiyanto (2012) bahwa penerapan pembelajaran berbasis Lab-Vir dapat meningkatkan kemampuan afektif peserta didik yang menggambarkan perasaan, minat, dan sikap terhadap proses pengajaran. Selanjutnya, Daesang, Dong-Joong dan Woo-Hyung (2013) bahwa persepsi peserta didik berdampak terhadap kinerja. Semakin baik persepsi mereka terhadap pembelajaran, maka semakin baik pula kinerja mereka. Penggunaan media yang tepat dapat meningkatkan persepsi peserta didik sehingga mereka termotivasi dalam belajar.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan persepsi dan aktivitas peserta didik dalam kategori sangat setuju dan baik, mencakup aktivitas memperhatikan demonstrasi, mencari konsep, melakukan perhitungan, mengkatagorikan, menjelaskan, mempresentasikan, dan mengkreasikan proses. Tidak diklaim bahwa percobaan virtual lebih efektif dibandingkan dengan percobaan di laboratorium nyata. Sebaliknya, percobaan virtual dilakukan dengan alasan keterbatasan alat, pertimbangan waktu, materi pelajaran yang abstrak, maupun pertimbangan bahaya yang dapat ditimbulkan jika dilakukan percobaan nyata di laboratorium seperti efek radiasi bagi kesehatan.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Persepsi Peserta Didik

| No               | Indikator   | Rerata Persentase (%) |
|------------------|---|-----------------------|
| 1                | Fasilitas Lab-Vir Model Presentasi  | 90,33                 |
| 2                | Fasilitas Lab-Vir Model Tutorial  | 90,67                 |
| 3                | Daya Tarik Belajar dengan Menggunakan Media Lab-Vir Model Presentasi dan Tutorial | 92,35                 |
| 4                | Aktivitas Belajar dengan Menggunakan Media Lab-Vir Model Presentasi dan Tutorial  | 91,84                 |
| <b>Rata-Rata</b> |   | <b>91,03</b>          |

## PENUTUP

Karakteristik media Lab-Vir antara lain pada analisis konsep diperoleh adanya tiga konsep abstrak yaitu radiasi benda hitam, efek fotolistrik, dan efek Compton. Selain itu, media Lab-Vir yang dikembangkan berbentuk program pembelajaran dengan tiga menu utama di setiap pembahasan yaitu kompetensi, pendahuluan, dan percobaan virtual. Karakteristik perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir meliputi RPP, LKPD, dan BBPD dirancang dengan maksud memadukan sesi kelas dengan sesi percobaan menggunakan Lab-Vir. Materi terkait dalam percobaan virtual disertakan dalam perangkat pembelajaran yang dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta didik.

Aktivitas peserta didik di atas 80%, menunjukkan pembelajaran yang dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Persentase persepsi peserta didik adalah 91,03% menunjukkan sangat setuju terhadap pembelajaran Fisika berbasis media Lab-Vir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cengiz, T. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1): 37-53.
- Chodijah, St., Fauzi, A., & Wulan, R. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Menggunakan Model *Guided Inquiry* yang Dilengkapi Penilaian Portofolio pada Materi Gerak Melingkar. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 1 (2): 1-19.
- Daesang, K., Dong-Joong K., & Woo-Hyung W. 2013. Cognitive Synergy in Multimedia Learning. *International Education Studies*, 6 (4): 76-84.
- Dobrzański, L. A. & Honysz, R. 2011. Virtual examinations of alloying elements influence on alloy structural steels mechanical properties. *Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering*, 49 (2): 251-258.
- Gundogdu, K., Silman, F., & Ozan, C. 2011. A Comparative Study on Perception of Teachers on the Use of Computers in Elementary Schools of Turkey and T.R.N.C. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3 (1): 113-137.
- Kutluca, T. 2010. Investigation of Teachers' Computer Usage Profiles and Attitudes toward Computers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1): 81-97.
- Mahanta, A. & Sarma, K.K. 2012. Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup. *International Journal of Computer Applications*, 52 (6): 44-48.
- Maliza, S., Jack, S., Bohari, Z., & Jusoff, K. 2011. Use of Information and Communication Technology in Enhancing Teaching and Learning. *International Education Studies*, 4 (2): 153-156.
- Martínez, G., Francisco, L., Naranjo, Ángel, L., Pérez, Suero, M. I., & Pardo, P. J. 2011. Comparative study of the effectiveness of three learning environments: Hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7 (2): 1-12.
- Samsudin, A., Suhendi, E., Efendi, R., & Suhandi, A. 2012. Pengembangan "Cels" dalam Eksperimen Fisika Dasar untuk Mengembangkan *Performance Skills* dan Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (1): 15-25.
- Tatli, Z., & Ayas, A. 2012. Virtual Chemistry Laboratory: Effect Of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13 (1): 183-199.
- Yulianti, D., Khanafiyah, S., & Sugiyanto. 2012. Penerapan *Virtual Experiment* Berbasis Inkuiri untuk Mengembangkan Kemandirian Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8 (2): 127-134.