

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA MODERN BERBASIS MEDIA LABORATORIUM VIRTUAL BERDASARKAN PARADIGMA PEMBELAJARAN ABAD 21 DAN KURIKULUM 2013

Irfan Yusuf⁴⁰, Sri Wahyu Widyaningsih⁴¹, Dewi Purwati⁴²

***Abstract.** A research has been conducted to develop media and physics learning device of Modern Physics based on virtual laboratory. Paradigm of 21st century learning and the curriculum 2013. Subject is class XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar at academic year 2013/2014. The development procedure followed the four-D models. Results showed (1) virtual laboratory were valid and reliable; (2) learning tools in the form of Lesson Plan, Students Textbook, and Students Worksheet, (3) activity learners above 80%, of the activity of each criterion are: observing , asking , try/collect data , associate , and communicate. This indicating that learning was able to activate the learners. (4) The percentage of learners perceptions above 90% indicates very amenable to learning is done. Activities and perceptions of learners shows that media-based learning virtual laboratory practical and effective.*

Key words: Activities, Curriculum 2013, Virtual Laboratory, and Perception

PENDAHULUAN

Abad ke-21 membawa perubahan yang populer yaitu pesatnya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) mengakibatkan perubahan paradigma pembelajaran yang ditandai dengan perubahan kurikulum, media, dan teknologi. Media pembelajaran yang baik menginterpretasikan konsep yang abstrak menjadi mudah dipahami. Pembelajaran berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak dapat dipisahkan dengan tuntutan pembelajaran abad 21. Salah satu tuntutan pembelajaran abad 21 yaitu integrasi teknologi sebagai media pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan belajar. Peserta didik perlu belajar bagaimana menggunakan teknologi yang esensial untuk kehidupan sehari-hari dan untuk produktif di tempat kerja. Selain itu, mengajar dan belajar dalam konteks pembelajaran abad 21 terutama pada kurikulum 2013 yaitu peserta didik belajar materi melalui contoh-contoh, penerapan, dan pengalaman dunia nyata baik di dalam maupun luar sekolah. Agar tuntutan tersebut dapat dilaksanakan sebagai bagian dari implementasi kurikulum 2013, maka perlu melibatkan penggunaan TIK secara tepat, berkelanjutan, dan terjangkau.

TIK dalam perkembangannya mendorong semua elemen pendidikan untuk adaptif menyikapi berbagai tantangan dalam dunia pendidikan. TIK yang hanya semula sebagai alat bantu, dalam perkembangannya memiliki peran lebih jauh dari itu, sehingga

⁴⁰ Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Papua, Manokwari

⁴¹ Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Papua, Manokwari

⁴² Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah, Makassar

cara belajar peserta didik juga mengalami perubahan. Perkembangan TIK menyediakan kesempatan untuk penggunaan simulasi komputer dalam pembelajaran yang berorientasi pada representasi mikroskopik. Komputer mampu mensimulasikan materi-materi sulit untuk disajikan, terutama mengenai fenomena fisis yang bersifat abstrak.

Media pembelajaran komputer 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 (Yusuf, I & Subaer, 2013). 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 Martí'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 dalam 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. Pengintegrasian TIK dalam pembelajaran merupakan suatu komponen pembelajaran abad 21 yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir inventif, berkomunikasi efektif, produktivitas tinggi, dan spiritual. (Hiong & Osman, 2013). Di abad 21, komunikasi dapat berlangsung dari mana dan kapan saja sebagai akibat pesatnya perkembangan TIK, kurikulum 2013 disusun untuk mengantisipasi perkembangan tersebut.

Berdasarkan temuan peneliti di SMA Tut Wuri Handayani Makassar, peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep Fisika yang abstrak dan sulit dipraktikumkan. Jika peralatan laboratorium tidak memadai maka salah satu solusinya adalah memanfaatkan media pembelajaran berupa Lab-Vir. Menurut Cengiz (2010) penggunaan Lab-Vir dapat mengatasi beberapa masalah yang dihadapi terkait peralatan laboratorium yang kurang memadai dan memberikan kontribusi positif dalam mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Azis, A & Irfan, Y (2013), implementasi pembelajaran berbasis media Lab-Vir di SMA Tut Wuri Handayani Makassar tahun ajaran 2012/2013

pada materi dualisme gelombang partikel meliputi radiasi benda hitam, efek fotolistrik dan efek Compton diperoleh aktivitas dan persepsi peserta didik pada setiap pertemuannya dalam kategori baik.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir lebih lanjut dalam implementasinya pada kurikulum 2013 khususnya materi Fisika Modern yang meliputi konsep dan objek yang abstrak, sehingga kegiatan pembelajaran tidak terbatas pada penjelasan konsep semata. Perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir diharapkan diperoleh hasil valid, praktis dan efektif dalam penggunaannya. Praktikalitas dan efektifitas media dan perangkat pembelajaran diperoleh berdasarkan aktivitas dan persepsi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis media Lab-Vir pada materi Fisika Modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model *four-D* yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan meliputi tahap pendefinisian (*Define*), Perencanaan (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*). Tetapi penelitian hanya dilakukan sampai tahap pengembangan. Tujuan tahap pendefinisian adalah untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran meliputi analisis awal, analisis peserta didik, analisis tugas, konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Tahap Perancangan bertujuan untuk menyiapkan prototipe perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir meliputi pemilihan media, format, dan rancangan awal. Sedangkan pada tahap pengembangan dihasilkan perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan dari ahli dan praktisi serta revisi setelah dilakukan uji coba. Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar berjumlah 18 orang pada tahun ajaran 2013/2014.

Penilaian validitas media dan perangkat pembelajaran diperoleh dari instrumen lembar validasi perangkat pembelajaran, kuesioner evaluasi ahli media, ahli materi dan praktisi. Sedangkan efektifitas dan praktikalitas media dan perangkat pembelajaran berbasis Lab-Vir diperoleh berdasarkan penilaian aktivitas dan persepsi peserta didik selama pembelajaran. Data yang diperoleh dari penilaian ahli media, ahli materi dan praktisi, dianalisis dengan melakukan pengkodean, 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 dikategorikan valid jika CVR atau CVI berada pada kisaran nilai 0 s.d 1, sebagai berikut:

$$CVR = (n_e - (N/2)) / (N/2) \quad (\text{Lawshe, 1975: 567})$$

Keterangan:

n_e : Banyaknya validator yang memberikan nilai esensial (baik atau sangat baik)

N : Jumlah validator

Validitas setiap aspek menggunakan persamaan CVI sebagai berikut:

$$CVI = CVR / \sum n \quad (\text{Lawshe, 1975: 572})$$

Keterangan:

n : Jumlah item dari setiap aspek

Jika pernyataan valid, dilanjutkan analisis reliabilitas menggunakan persamaan berikut:

$$r_{11} = (k / (k-1)) \cdot (1 - (\sum \sigma_b^2 / \sum \sigma_t^2)) \quad (\text{Arikunto, 2006: 196})$$

Keterangan:

r_{11} : reliabilitas instrumen

k : banyaknya butir pernyataan

$\sum \sigma_b^2$: jumlah variansi butir

$\sum \sigma_t^2$: variansi total

Selanjutnya, nilai reliabilitas yang diperoleh dibandingkan dengan nilai reliabilitas tabel. Instrumen dikatakan reliabel jika diperoleh reliabilitas hitung lebih besar daripada reliabilitas tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pendefinisian diperoleh bahwa peserta didik kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar tahun ajaran 2013/2014 telah mempelajari materi prasyarat seperti perpindahan kalor dan konsep gelombang. Dari segi bahasa yang digunakan, pada umumnya peserta didik menggunakan bahasa Indonesia. Ditinjau dari tingkat perkembangan kognitifnya, peserta didik ini telah berada pada tahap operasi formal. Namun, hasil pengamatan terhadap peserta didik kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar bahwa mereka berada di usia kegoncangan. Sebagian peserta didik masih kesulitan berfikir pada hal-hal abstrak, mereka suka bermalas-malasan. Peserta

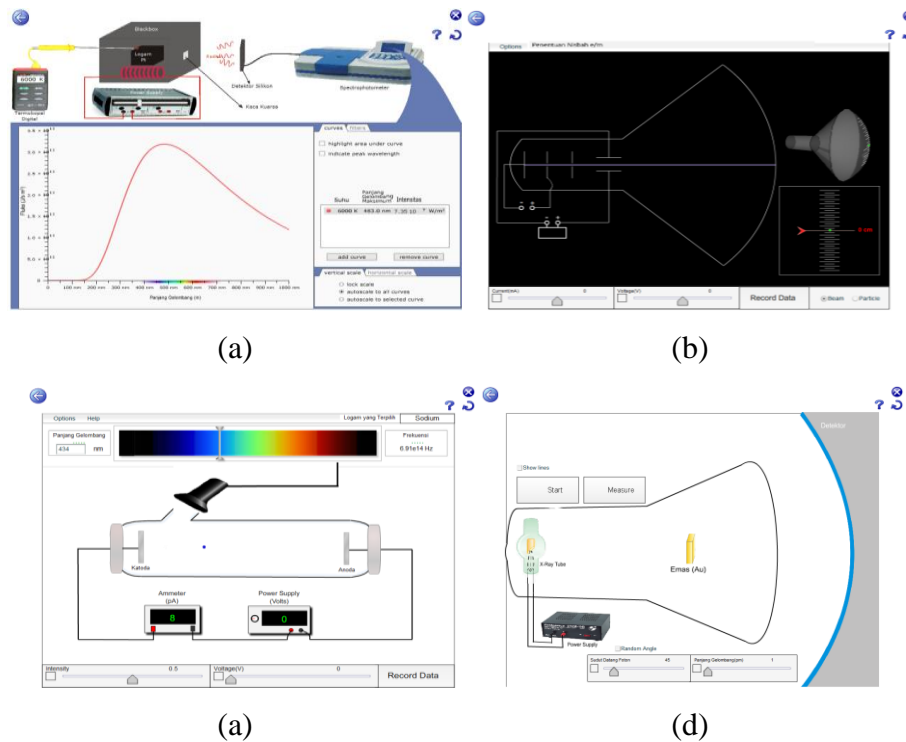
didik belum terlatih mengkomunikasikan hasil belajarnya dengan baik, karena terjadi kesenjangan informasi aktual dari pembelajaran di kelas. Olehnya itu, peserta didik membutuhkan media pembelajaran sekaligus melatih kreatifitas berpikirnya melalui pembelajaran yang dirancang sesuai kebutuhan peserta didik dalam upaya memahami materi pelajaran. Adapun analisis tugas yang dirancang, terdapat dalam lembar kerja peserta didik yang diselesaikan oleh peserta didik selama pembelajaran di kelas. Begitu pula evaluasi dalam buku bacaan peserta didik diselesaikan di luar jam pelajaran. Analisis perumusan tujuan pembelajaran, disesuaikan dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang terdapat pada kurikulum 2013.

Tahap perancangan meliputi pemilihan dan penggunaan media untuk membuat Lab-Vir. *Software* yang digunakan yaitu *AutoPlay Media Studio 7.5* untuk menampilkan *autorun.exe* sebagai tampilan awal saat CD dijalankan. *Adobe Flash CS6* dan *Flash Decompiler Trillix* untuk mengadaptasi simulasi Fisika yang diunduh dari *The King's Center For Visualization in Science (KVCS)* <http://www.kcvs.ca>. *Software* yang dominan digunakan adalah *Lectora* untuk mengatur tampilan program Lab-Vir dan *Camtesia V8* untuk pembuatan video tutorial. Berikut ini, gambar 1 memperlihatkan tampilan awal CD *Autorun* Program Lab-Vir Fisika Modern meliputi Lab-Vir model presentasi bagi guru dan Lab-Vir tutorial bagi peserta didik. Pada setiap tampilan Lab-Vir Fisika Moder ini terdapat empat unit kegiatan yaitu percobaan virtual radiasi benda hitam, penentuan nisbah e per m , efek fotolistrik, dan efek Compton.



Gambar 1. Tampilan Awal Percobaan Virtual

Program Lab-Vir yang dibuat berisi materi yang dilengkapi dengan gambar, animasi, dan simulasi interaktif yang relevan. Penyertaan gambar, animasi, dan simulasi interaktif diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep Fisika Modern dengan baik. Program Lab-vir yang dibuat merupakan suatu proses interaktif. Alur pembelajaran yang bersifat interaktif ini merupakan upaya untuk merangsang motivasi peserta didik untuk terlibat secara aktif selama pembelajaran. Gambar 2 memperlihatkan tampilan keempat unit percobaan virtual Fisika Modern:



Gambar 2. Tampilan Percobaan Virtual (a). Radiasi Benda Hitam, (b). Percobaan Virtual J.J. Thomson, (c). Efek Fotolistrik, (d). Efek Compton

Gambar 2 (a) memperlihatkan percobaan virtual radiasi benda hitam. Pada percobaan ini, terdapat *blackbox* sebagai aksesoris benda hitam yang terdiri dari sebuah logam platina. Logam tersebut dipanasi oleh filamen yang dihubungkan dengan *power supply*. Pemanasan dilakukan dengan mengubah tegangan *power supply*. Termokopel digital digunakan untuk mengukur suhu logam platina yang dipanasi. Radiasi akibat pemanasan logam platina terpancar 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, maka dapat diketahui prinsip dan hubungan besaran-besaran dalam hukum pergeseran Wien.

Selanjutnya, Gambar 2 (b). Memperlihatkan tampilan Program Lab-Vir Percobaan J.J. Thomson. Pada prinsipnya, percobaan virtual J.J. Thomson menampilkan tabung sinar katoda yang dihubungkan dengan tegangan listrik berpotensi tinggi. Peserta didik dapat menentukan hubungan antara perubahan kuat arus dengan tegangan maupun jari-jari berkas elektron. Berdasarkan perubahan kuat arus listrik, tegangan, dan jari-jari berkas elektron tersebut maka dapat ditentukan nisbah muatan elektron terhadap massanya.

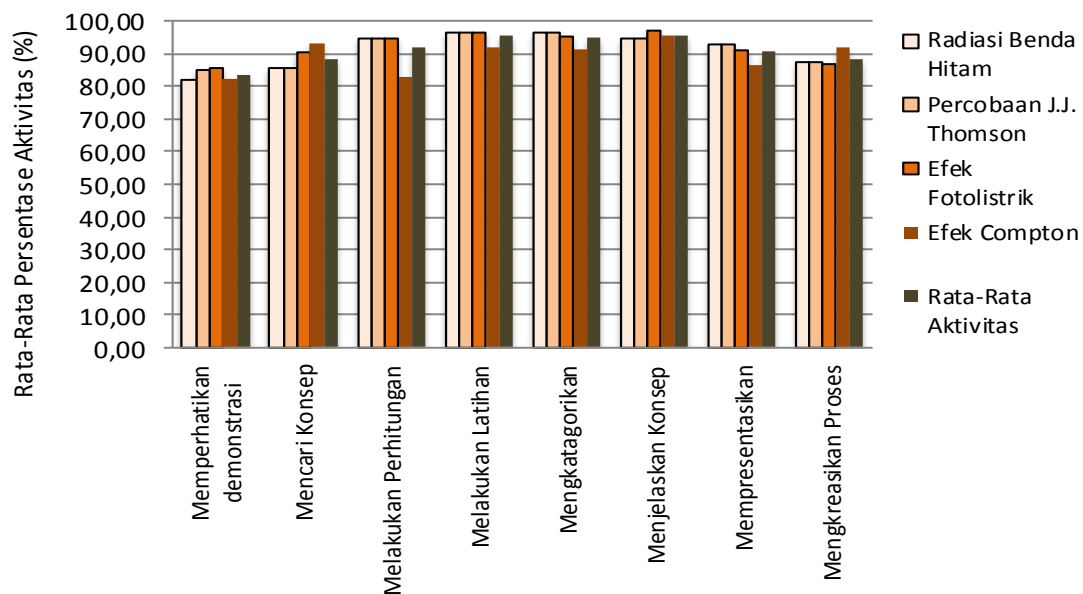
Selanjutnya, Gambar 2 (c). Memperlihatkan tampilan Program Lab-Vir Efek Fotolistrik. Percobaan virtual efek fotolistrik diawali dengan memilih jenis logam yang diradiasi oleh foton. Selanjutnya menggeser *scroll boxes* spektrum untuk mengubah panjang gelombang foton. Intensitas foton dan tegangan *power supply* dapat diatur dengan menginput nilainya secara langsung ataupun dengan 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, tegangan penghenti dengan kuat arus listrik, energi foton dari setiap perubahan frekuensi foton, energi kinetik elektron dan fungsi kerja logam.

Selanjutnya, Gambar 2 (d) 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.

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 ahli media dan ahli materi, serta praktisi, diperoleh hasil valid dan reliable. Perangkat pembelajaran tersebut

selanjutnya dapat diterapkan dalam pembelajaran di kelas XII IPA SMA Tut Wuri Handayani Makassar, karena untuk meningkatkan pembelajaran Fisika di kelas maka diperlukan perangkat pembelajaran yang berkualitas seperti RPP, modul dan lembar kerja peserta didik (Chodijah, et. al., 2012).

Selama uji coba perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir diperoleh aktivitas peserta didik sebagaimana pada gambar 3 memperlihatkan aktivitas peserta didik selama pembelajaran berbasis media Lab-Vir.



Gambar 3. Aktivitas Peserta Didik

Berdasarkan analisis aktivitas peserta didik diperoleh gambaran bahwa peserta didik memperhatikan demonstrasi, menganalisis semua hubungan besaran Fisika yang mungkin melalui percobaan virtual secara benar dan logis, melakukan perhitungan dengan benar, mengikuti prosedur percobaan virtual secara benar, mengkatagorikan data-data hasil percobaan virtual dengan benar, menjelaskan hasil percobaan virtual dengan benar, mempresentasikan/menanggapi hasil percobaan virtual secara responsif, runtut, mudah dipahami, dan disertai contoh, serta peserta didik banyak mengkaji persoalan yang dapat menumbuhkan kreativitas sehingga banyak memunculkan ide baru. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang telah dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Keberhasilan pembelajaran tersebut karena guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan yang dimiliki dan guru menempatkan diri sebagai motivator dan fasilitator yang baik. Sebagaimana hasil penelitian Yusuf, I & Subaer (2013) bahwa aktivitas peserta didik

melalui pembelajaran berbasis media Lab-Vir berada dalam kategori baik, hanya pada aspek mempresentasikan diperoleh hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan aspek aktivitas yang lainnya, hal ini karena guru harus lebih menempatkan diri sebagai motivator dan fasilitator dalam pembelajaran sehingga peserta didik dapat menemukan sendiri suatu konsep.

Secara umum aktivitas peserta didik di atas 80% pada setiap pertemuannya, yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis media Lab-Vir mampu mengaktifkan peserta didik. 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 dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Persepsi Peserta Didik

No.	Indikator	Rerata Persentase (%)
1	Fasilitas Lab-Vir Model Presentasi	90,34
2	Fasilitas Lab-Vir Model Tutorial	91,67
3	Daya Tarik Belajar	90,25
4	Aktivitas Belajar	92,53
Rata-Rata		91,20

Berdasarkan tabel 1, diperoleh persepsi peserta didik berada dalam kategori sangat setuju. Adapun komentar peserta didik pada kuesioner persepsi yang dibagikan, sebagian besar merasa senang dan mudah dalam belajar Fisika, sehingga mereka mengharapkan dapat diterapkan pada mata pelajaran yang lainnya. Pembelajaran berbasis media laboratorium virtual lebih banyak memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun sendiri pengetahuan mereka sehingga mereka akan mencari

informasi lebih banyak tentang materi yang dipelajari. Hal ini sesuai dengan penelitian Azis, A & Irfan, Y (2013) bahwa diperoleh persepsi peserta didik dalam kategori sangat setuju terhadap pembelajaran berbasis media Lab-Vir. Menurut Yulianti, et. al., (2012) bahwa penerapan pembelajaran berbasis Lab-Vir dapat meningkatkan kemampuan afektif peserta didik yang menggambarkan perasaan, minat, dan sikap terhadap proses pengajaran. Selanjutnya, Daesang, et. al., (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.

Konsep dasar menyatakan bahwa persepsi merupakan awal dari segala macam kegiatan belajar yang bisa terjadi pada setiap kesempatan, disengaja atau tidak. Persepsi terjadi karena setiap manusia memiliki indera untuk menyerap objek-objek serta kejadian di sekitarnya. Pada akhirnya, persepsi dapat mempengaruhi cara berpikir, bekerja, serta bersikap pada diri seseorang. Hal ini terjadi karena orang tersebut dalam mencerna informasi dari lingkungan berhasil melakukan adaptasi sikap, pemikiran, atau perilaku terhadap informasi tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Media Lab-Vir yang dikembangkan berupa materi pembelajaran abstrak yaitu radiasi benda hitam, percobaan J.J. Thomson penentuan nisbah e/m , efek fotolistrik, dan efek Compton. Perangkat pembelajaran berbasis media Lab-Vir berdasarkan kurikulum 2013 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, berdasarkan penilaian validator diperoleh hasil valid dan reliabel. Aktivitas peserta didik di atas 80% pada setiap pertemuan, menunjukkan pembelajaran yang dilakukan mampu mengaktifkan peserta didik. Persentase persepsi peserta didik adalah 91,20% menunjukkan sangat setuju terhadap pembelajaran Fisika berbasis media Lab-Vir berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan kurikulum 2013. Aktivitas dan persepsi peserta didik tersebut menunjukkan bahwa media dan perangkat pembelajaran berbasis Lab-Vir praktis dan efektif digunakan.

Pembelajaran dengan menggunakan media hendaknya memperhatikan kesesuaian gaya belajar peserta didik. Terdapat peserta didik yang memiliki gaya

belajar audio, maka tepat jika digunakan media audio. Jika gaya belajar peserta didik visual maka pembelajaran dengan media visualisasi sangat tepat diterapkan. Begitu pula dengan gaya belajar kinestetik. Gaya belajar dapat menentukan prestasi belajar peserta didik. Jika diberikan strategi yang sesuai dengan gaya belajarnya, peserta didik dapat berkembang dengan lebih baik. Gaya belajar otomatis tergantung dari orang yang belajar.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Azis, A., & Irfan Y. 2013. Aktivitas dan Persepsi Peserta Didik dalam Implementasi Laboratorium Virtual pada Materi Fisika Modern di SMA. *Berkala Fisika Indonesia*, vol. 5, no. 2, 37-42
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kemdikbud. 2013. *Kompetensi Dasar SMA dan MA (Dokumen Kurikulum 2013)*. Jakarta: Kemdikbud
- Cengiz. T. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, vol. 2, no. 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*, vol. 1, no. 2, 1-19
- Daesang, K. Dong-Joong, & W. Woo-Hyung. 2013. Cognitive Synergy in Multimedia Learning. *International Education Studies*, vol. 6, no.4, 76-84
- Dobrzański, L. A. & R. Honysz. 2011. Virtual examinations of alloying elements influence on alloy structural steels mechanical properties. *Journal of Achievements in Mechanical and Materials Engineering*, vol. 49 no. 2, 251 – 258
- Hiong, L. C. & K. Osman. 2013. A Conceptual Framework for the Integration of 21st Century Skills in Biology Education. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. vol 6, no. 16, 2976-2983
- Lawshe, C.H. 1975. *A Quantitative Approach to Content Validity*. Chicago: Personnel Psychology
- Martí'nez, G. L. Francisco, A. Naranjo, L. A'ngel, Pe'rez, M. L. Suero, & P. J. Pardo. 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*, vol. 7, no. 2, 1-12

Mahanta A. & K. K. Sarma. 2012. Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup. *International Journal of Computer Applications*, vol. 52, no. 6 44 - 48

Smith T. K.. 2014. Elementary Science Instruction: Examining a Virtual Environment for Evidence of Learning, Engagement, and 21st Century Competencies. *Journal of Education Sciences*, vol. 4, 122 - 138

Tatli & A. Ayas. Z. 2012. Virtual Chemistry Laboratory: Effect Of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, vol. 13, no. 1, 183 – 199

Yulianti, D., S. Khanafiyah & Sugiyanto. 2012. Penerapan *Virtual Experiment* Berbasis Inkuiri untuk Mengembangkan Kemandirian Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol. 8, no.2, 127-134

Yuniarti, F., P. Dewi, & R. Susanti. 2012. Pengembangan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran Berbasis komputer pada materi pembiakan virus. *Unnes Journal of Biology Education*, vol. 1, no.1, 27-35

Yusuf, I & Subaer. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual Pada Materi Dualisme Gelombang Partikel Di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 2, no.2, 189-194