

**PENGEMBANGAN PERANGKAT MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH
BERBANTUAN VIRTUAL EKSPERIMEN UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP
PESERTA DIDIK PADA MATERI ALAT-ALAT OPTIK**

**DEVELOPMENT OF DEVICES PROBLEM BASED LEARNING MODELS ASSISTED BY VIRTUAL
EXPERIMENT TO IMPROVE MASTERY OF STUDENTS CONCEPT ON MATERIAL
OPTICAL INSTRUMENTS**

***Baiq Ewik Jiniarti¹, Ahmad Harjono², Muh Makhrus²**

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Universitas Mataram, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram, Indonesia

*Email: ewibaiq@gmail.com

Diterima: 28 Juni 2019. Disetujui: 2 Juli 2019. Dipublikasikan: 31 Juli 2019

Abstrak: Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran fisika yang valid, praktis dan efektif. untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik pada materi alat-alat optik. Jenis penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model penelitian pengembangan mengadapasi dari model 4-D. Perangkat Pembelajaran yang dikembangkan berupa silabus, RPP, LKPD, media virtual eksperimen dan instrumen tes. Pengumpulan data menggunakan lembar validasi, lembar observasi, angket respon dan tes selanjutnya dianalisis dengan teknik kuantitatif dan deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) perangkat pembelajaran berada pada kriteria valid dan sangat valid, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran dikelas, (2) praktis digunakan karena hasil keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan terlaksana baik dan respon pendidik serta respon peserta didik yang positif, dan (3) efektif meningkatkan penguasaan konsep peserta didik berdasarkan uji *N-gain* dengan skor sebesar 0,47 (kategori sedang). Jadi, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran model pembelajaran berbasis masalah berbantuan virtual eksperimen valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik.

Kata Kunci : Model Pembelajaran Berbasis Masalah, Virtual Eksperimen, Penguasaan Konsep

Abstract: The purpose of this research and development to produce physics learning materials has a valid, practical and effective which to improve concept mastery of students on material optical instruments. Type of research is research and development (R&D). The research and development model adapting from the 4-D models. Learning materials that consist of a syllabus, lesson plan, Student Worksheet. Virtual experiments and assessment instrument. Data were collected through using validation sheet, observation sheet, questionnaires and test then analyzed with quantitative and descriptive techniques. The result of the research showed that: (1) the learning materials is in criteria valid and very valid, so that they are suitable for used in class, (2) practically used because the result of the implementation of learning show that it has been done well and positive response from teachers and students (3) effectively improving the mastery of students concepts based on *n-gain* with score 0,47 (medium category). So, can be concluded that learning device problem based learning models valid, practical and effective to improve mastery students concept

Keywords : *Problem Based Learning Model, Virtual Experiment, Concept Mastery*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan bagian dari sains yang terbentuk dari produk, proses dan sikap [1]. Hakikat fisika merupakan ilmu pengetahuan tentang gejala alam yang dituangkan berupa fakta, konsep, prinsip dan hukum yang teruji kebenarannya dan melalui suatu rangkaian kegiatan dalam metode ilmiah [2]. Sains mengajak peserta didik untuk belajar merumuskan konsep berdasar fakta-fakta empiris di lapangan [3]. Berdasarkan

hal tersebut maka pembelajaran fisika tidak lepas dari menguasai suatu konsep dan menerapkannya dalam proses pemecahan masalah dengan bekerja secara ilmiah. Jian *et al* [4] berpendapat bahwa banyak konsep fisika yang abstrak. Konsep fisika yang abstrak menjadi kendala pendidik dalam menyampaikan materi sehingga peserta didik belum optimal memahami konsep yang berdampak pada rendahnya penguasaan konsep dalam menyelesaikan permasalahan.

Hasil observasi yang telah dilakukan di salah satu SMAN di Kabupaten Lombok Tengah diperoleh bahwa bahwa peserta didik merasa metode guru menggunakan ceramah sehingga peserta didik kurang terlibat secara aktif dalam memecahkan suatu permasalahan.

Solusi dari permasalahan tersebut yaitu diperlukan metode pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013. Implementasi dari Kurikulum 2013 akan mendorong pendidik untuk kreatif dalam memfasilitasi peserta didik agar memahami suatu teori atau konsep dan memberikan peluang agar dapat mengembangkan kemampuannya dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Model pembelajaran yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu model pembelajaran berbasis masalah (PBM). Downing [5] menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran. Marra *et al* [6] berpendapat bahwa *problem based learning is an instructional method where student learning occurs in the context of solving an authentic problem*, artinya model pembelajaran dimana peserta didik belajar dalam konteks memecahkan masalah yang autentik. Berdasarkan pendapat di atas, peneliti menyimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik untuk memecahkan suatu masalah dan mampu mencari solusi yang tepat dari masalah tersebut. Selain menerapkan metode yang tepat dalam pembelajaran, pendidik juga perlu memperhatikan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar.

Model pembelajaran berbasis masalah akan semakin maksimal jika dikolaborasikan dengan penggunaan media pembelajaran baik berupa media sederhana maupun berbasis teknologi [7]. Media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk membantu peserta didik menguasai konsep dan mengembangkan keterampilannya adalah media virtual eksperimen. Virtual eksperimen merupakan eksperimen dengan memanfaatkan media virtual seperti simulasi komputer atau media laboratorium virtual [8]. Virtual eksperimen dalam penelitian ini terdiri dari delapan simulasi yaitu simulasi tentang pemantulan cahaya, pembiasan cahaya, alat optik mata, kacamata, lup, kamera, mikroskop dan teropong. Virtual eksperimen tersebut digunakan sebagai media menyampaikan materi alat-alat optik selama enam kali pertemuan. Keunggulan laboratorium virtual yakni bisa menjelaskan konsep abstrak yang tidak bisa dijelaskan melalui penyampaian secara verbal [9].

kesulitan memahami konsep dan menyelesaikan suatu masalah terkait materi alat-alat optik. Hal ini disebabkan

Penguasaan konsep merupakan usaha yang dilakukan oleh peserta didik dalam merekam dan mentransfer kembali sejumlah info dari suatu mata pelajaran tertentu yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah, menganalisa dan menginterpretasikan suatu kejadian [10]. Penguasaan konsep merupakan tingkatan hasil proses belajar seseorang sehingga dapat mendefinisikan atau menjelaskan suatu bagian informasi dengan kata-kata sendiri, dengan kemampuan peserta didik menjelaskan atau mendefinisikan berarti peserta didik tersebut telah memahami konsep atau prinsip dari bahan-bahan pelajaran, meskipun penjelasan yang diberikan susunan kalimatnya tidak sama dengan konsep yang diberikan, tetapi maknanya tidak berbeda [11]. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa penguasaan konsep pada penelitian ini adalah kemampuan kognitif peserta didik baik secara teori maupun penerapannya dalam kehidupan sehari-hari pada materi alat-alat optik.

Model pembelajaran fisika dengan memanfaatkan teknologi informasi berbasis komputer sangat sesuai dengan hakikat standar proses. Standar proses pembelajaran menurut standar nasional pendidikan adalah proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian peserta didik [12]. Kegiatan pembelajaran yang tidak didukung oleh perangkat dan metode pembelajaran yang tepat, akan sulit untuk mencapai pembelajaran yang telah dirumuskan. Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan penelitian tentang pengembangan perangkat model pembelajaran berbasis masalah berbantuan media virtual eksperimen untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik pada materi alat-alat optik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk *Research and Development* (R&D) yang merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut [13]. Prosedur penelitian ini mengadaptasi pada pengembangan perangkat model 4-D yang ini terdiri atas 4 (empat) tahap yaitu: *Define, Design, Develop* dan *Disseminate* [14]. Namun, pengembangan perangkat pembelajaran ini hanya sampai pada

tahap *Development* yaitu pada tahap ujicoba terbatas. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan yaitu Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), virtual eksperimen dan instrumen evaluasi penguasaan konsep.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara validasi, observasi, angket dan tes. Instrumen yang digunakan untuk menguji kevalidan produk berupa lembar validasi. Kepraktisan produk menggunakan lembar observasi dan angket respon. Instrumen untuk menguji keefektifan berupa tes penguasaan konsep dalam bentuk pilihan ganda dengan menggunakan metode *pre experiment*. Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MIA 2 disalah satu SMAN di kabupaten Lombok Tengah.

Data kevalidan diperoleh melalui angket validasi dengan interval penskoran 1-4. Hasil perhitungan validasi dikonversi dengan kriteria penilaian pada Tabel 1 [15].

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validasi

Rerata	Penilaian	Keputusan
1,00-1,75	Tidak valid	Revisi total
1,76-2,50	Cukup valid	Revisi
2,51-3,25	Valid	Sedikit revisi
3,26-4,00	Sangat valid	Tidak perlu revisi

Kriteria kepraktisan berdasarkan hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2 [16].

Tabel 2. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Persentase Keterlaksanaan	Kriteria Penilaian
0%-24%	Tidak terlaksana
25%-49%	Kurang terlaksana
50%-74%	Terlaksana baik
75%-100%	Terlaksana sangat baik

Kriteria penilaian respon dari peserta didik dan pendidik dapat dilihat pada Tabel 3 [17].

Tabel 3. Kriteria Respon

Rentang Skor	Kriteria Penilaian
81% – 100%	Sangat positif
61% – 80%	Positif
41% – 60%	Cukup Positif
21% – 40%	Kurang Positif
0% – 20%	Tidak Positif

Kelayakan perangkat pembelajaran merupakan tingkat mutu dari perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan ditinjau dari aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Teknik

Data keefektifan menggunakan uji *N-gain* dengan kriteria penskoran dapat dilihat pada Tabel 4 [18].

Tabel 4. Kategori Nilai *Standard Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$N - Gain > 70\%$	Tinggi
$30\% < N - Gain \leq 70\%$	Sedang
$N - Gain < 30\%$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian pengembangan model pembelajaran perlu kriteria kualitas yaitu kevalidan (*validity*), kepraktisan (*practically*), dan keefektifan (*effectiveness*) [19]. Hasil yang dipaparkan pada penelitian ini meliputi hasil uji kevalidan, uji kepraktisan dan uji keefektifan.

Hasil Uji Kevalidan

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan disesuaikan dengan tuntutan Kurikulum 2013. Silabus yang dikembangkan disesuaikan dengan model pembelajaran berbasis masalah (PBM) berbantuan virtual eksperimen (VE). RPP yang dibuat terdiri dari 6 RPP dengan memperhatikan sintaks dari model PBM dibantu dengan VE. RPP 1 dengan materi pemantulan cahaya, RPP 2 dengan materi pembiasan cahaya, RPP 3 dengan materi alat optik mata dan kaca mata, RPP 4 dengan materi alat optik lup dan kamera, RPP 5 dengan materi alat optik mikroskop dan RPP 6 dengan materi alat optik teropong. Setiap pertemuan dilakukan kegiatan percobaan menggunakan virtual eksperimen dan dilengkapi LKPD yang terdiri dari 6 LKPD. Pada LKPD hasil pengembangan didalamnya sudah memuat sintaks model PBM dengan metode simulasi. Instrumen tes hanya mengukur penguasaan konsep pada materi alat-alat optik. Sedangkan untuk media virtual eksperimen yang dikembangkan dilengkapi dengan materi ajar per sub materi. Validasi produk ini dilakukan oleh tim ahli dosen magister IPA Universitas Mataram. Hasil dari validasi perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

No	Perangkat Pembelajaran	Validator			Skor Rata-rata	Kriteria
		V1	V2	V3		
1.	Silabus	3,78	3,56	3,33	3,56	Sangat valid
2.	RPP	3,60	2,96	3,16	3,24	Valid
3.	LKPD	3,67	2,83	3,17	3,22	Valid
4.	Instrumen tes penguasaan konsep	3,63	2,75	3,25	3,22	Valid
6.	Media virtual eksperimen	3,60	2,95	3,15	3,23	Valid

Data pada Tabel 5 menjelaskan bahwa perangkat yang telah dikembangkan berada pada kriteria sangat valid dan valid. Kriteria sangat valid artinya silabus tidak dilakukan revisi sedangkan RPP, LPD, instrumen tes dan media virtual eksperimen berada pada kriteria valid artinya perlu dilakukan sedikit revisi sehingga dapat digunakan dalam perencanaan pembelajaran. Jadi, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran layak digunakan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa perangkat pembelajaran fisika berbasis masalah yang telah dikembangkan dengan kategori layak dapat digunakan dalam ujicoba [20,21].

Beberapa saran yang diberikan validator, diantaranya yaitu sumber belajar yang digunakan relevan dengan Kurikulum 2013 yang telah direvisi, tujuan pembelajaran pada RPP agar lebih operasional, memperhatikan kesesuaian antara kegiatan pendidik dan peserta didik, memperhatikan alokasi waktu, kegiatan di LKPD lebih disederhanakan, memperbaiki tata tulis dan susunan kalimat, untuk instrumen tes penguasaan

konsep memperbaiki bahasa dan kalimat agar sesuai dengan EYD, tes sudah mewakili tujuan yang hendak dicapai dan penyajian media virtual lebih diatur agar lebih menarik. Saran-saran dari validator menjadi bahan masukan peneliti untuk memrevisi, sehingga perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan pada ujicoba terbatas maupun luas. Pada ujicoba terbatas dijarah data hasil uji kepraktisan dan hasil uji keefektifan menggunakan perangkat yang telah direvisi berdasarkan masukan dari validator dan diujicobakan kepada peserta didik dengan jumlah terbatas.

Hasil Uji Kepraktisan

Hasil kepraktisan diukur dengan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang telah diisi oleh satu orang guru fisika di SMAN 1 Praya Tengah yang diamati oleh satu orang pengamat, setelah melakukan kegiatan pembelajaran dengan model PBM+VE sedangkan respon pendidik dan peserta didik diukur menggunakan angket yang diberikan pada akhir pembelajaran. Hasil uji kepraktisan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan

No	Aspek Penilaian	Skor rata-rata	Kriteria
1	Keterlaksanaan RPP (PBM+VE):		Terlaksana
	a. Pendahuluan	73,2%	baik
	b. Kegiatan Inti		
	c. Penutup		
2	Respon pendidik:		Positif
	a. Penyajian Materi	77,4%	
	b. Penyajian RPP		
	c. Penyajian LKPD		
	d. Media <i>Virtual Experiment</i>		
3	Respon peserta didik:		Positif
	a. Pembelajaran dengan model PBM+VE	72,4%	
	b. Penggunaan LKPD		
	c. Penggunaan Media Virtual Eksperimen		

Penilaian kepraktisan perangkat pembelajaran diukur menggunakan hasil keterlaksanaan RPP, respon pendidik dan respon peserta didik. Berdasarkan Tabel 6 diperoleh keterlaksanaan RPP dengan komponen kegiatan

pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup berada pada kriteria “terlaksana baik” dengan presentase skor 73,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran telah berlangsung sesuai dengan RPP model PBM

berbantuan VE. Sementara hasil analisis data respon pendidik dan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran dan perangkat pembelajaran memberikan respon yang positif dengan presentase skor berturut-turut sebesar 77.4% dan 72,4%. Peserta didik memberikan respon yang positif karena media virtual eksperimen merupakan hal yang baru bagi peserta didik, pembelajaran menggunakan media virtual membuat memahami materi alat-alat optik lebih mudah, meningkatkan motivasi peserta didik sehingga dapat **Hasil Uji Keefektifan**

Data penguasaan konsep terdiri dari data penguasaan konsep peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan oleh peneliti.

Tabel 7. Peningkatan Penguasaan Konsep

Tes	Skor		Rata-rata	N-gain	Kriteria
	Maks.	Min.			
Awal	48	12	29,9	0,47	Sedang
Akhir	32	84	62,8		

Nilai rata-rata penguasaan konsep kelas XI memiliki berdasarkan tes awal sebesar 29,9 dan tes akhir sebesar 62,8. Data nilai rata-rata tersebut kemudian dihitung dengan persamaan *N-gain* sehingga didapatkan *N-gain* sebesar 0,47 berada pada kriteria peningkatan sedang. Peningkatan nilai rata-rata penguasaan konsep disebabkan karena tersedianya visualisasi konsep dengan bantuan laboratorium virtual yang disajikan pada setiap materi sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari.

Penggunaan laboratorium virtual disertai dengan perangkat pembelajaran yang tepat dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran [25]. Hasil penelitian ini diperkuat dengan penggunaan laboratorium virtual dapat menimbulkan pemahaman peserta didik yang lebih baik dan efektif dalam meningkatkan kemampuan dalam memahami suatu konsep [26,27,28]. Selain itu, penggunaan media pembelajaran, metode yang digunakan guru juga mempengaruhi hasil belajar peserta didik dalam menguasai konsep alat-alat optik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Niemi dkk [29] menjelaskan bahwa pembelajaran melalui PBM berbantuan simulasi komputer dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik.

meningkatkan penguasaan konsep. Sesuai dengan penelitian Herayanti dkk [22] bahwa mahasiswa memberikan tanggapan yang positif terhadap model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi komputer. Penggunaan laboratorium mendapatkan respon dengan kategori positif [23]. Kepraktisan dan kemudahan dalam penggunaan media dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan dalam media tersebut [24].

KESIMPULAN

Simpulan dalam penelitian ini adalah perangkat yang telah dikembangkan berada pada kriteria valid, praktis dan efektif dengan rincian: (1) kevalidan perangkat berada pada kriteria valid dan sangat valid, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran dikelas, (2) praktis digunakan karena hasil keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan terlaksananya baik dan respon pendidik serta respon peserta didik yang positif, dan (3) efektif meningkatkan penguasaan konsep peserta didik berdasarkan uji *N-gain* dengan kriteria peningkatan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Husamah, Pantiwati, Y., Restian, A., & Sumarsono, P. 2016. *Belajar dan pembelajaran*. Malang: UMM Press.
- [2] Suparno, P. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Sanata Dharma.
- [3] Wulandari, F. E. 2016. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Melatihkan Keterampilan Proses Mahasiswa. *Jurnal pedagogia*, 5(2), 247-254.
- [4] Jian-Hua, S. & Hong, L. 2012. Explore The Effective Use of Multimedia Technology In College Physics Teaching. *Energy Procedia*, 7, 1897-1900.
- [5] Downing, K. 2010. Problem Based Learning and the development Metacognition. *Asian Journal on Education and Learning*, 1(2), 75-96.
- [6] Marra, R., Jonassen, D. H., Palmer, B., & Luft, S. 2014. Why problem-based learning works: Theoretical foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25 (3 & 4), 221-238.
- [7] Hastuti, A., Sahidu, K. & Gunawan. 2015. Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(3), 129-135.

- [8] Hermansyah, Gunawan, & Herayanty, L. 2015. Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 97-102.
- [9] Husein, S., Herayanti, L., & Gunawan, G. 2015. Pengaruh penggunaan multimedia interaktif terhadap penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(3),
- [10] Silaban, B. 2014. Hubungan Antara Penguasaan Konsep Fisika Dan Kreativitas Dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Materi Pokok Listrik Statis. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 20(3), 65-75.
- [11] Dahar, R.W. 2011. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- [12] Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- [13] Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kualitatif Kuantitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- [14] Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development For Training Teachers of Exceptional Children*: Soucebook. Indiana: Indiana University.
- [15] Ratumanan, G.T & Laurens, T. 2011. *Evaluasi Hasil Belajar Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: UNESA University Press.
- [16] Arifin, Z. 2010. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya
- [17] Arikunto, S. 2015. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [18] Hake, R.R. 1999. *Analyzing Change/Gain Score*. USA: Dept. Of Physics Indiana University.
- [19] Nieveen, N. 1999. *Prototyping to Reach Product Quality. Design Approaches and Tools in Education and Training*. London: Kluwer Academic Publisher.
- [20] Gunada, I.W., Sahidu, K., & Sutrio. 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Sikap Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(1), 38-46.
- [21] Susdarwati, Saranto, & Cari. 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis *Problem Based Learning (PBL)* Pada Materi Hukum Newton Dan Penerapannya Kelas X SMAN 2 Mejayan. *Jurnal Inkuiri*, 5(3), 1-11.
- [22] Herayanti, L., & Habibi. 2015. Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi Komputer untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Calon Guru Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(1), 61-66.
- [23] Yulianti, E., Hasan, M., & Syukri, M. 2016. Peningkatan Keterampilan Generik Sains Dan Penguasaan Konsep Melalui Laboratorium Virtual Bebas Inkuiri. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 130-136.
- [24] Khamzawi. 2015. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Mata Pelajaran Fisis Pokok Bahasan Fluida Dinamis Untuk SMA Kelas XI. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 2(1), 100-108
- [25] Cengiz, T. 2010. The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievements and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Science*, 2(1), 37-53
- [26] Herga, N. R., Čagran, B., & Dinevski, D. (2016). Virtual Laboratory in the Role of Dynamic Visualisation for Better Understanding of Chemistry in Primary School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(3), 593-608.
- [27] Zacharia, Z. C. 2007. Comparing And Combining Real And Virtual Experimentation: An Effort To Enhance Students' Conceptual Understanding Of Electric Circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 120-132.
- [28] Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., dan Sutrio. 2015. Penggunaan Multimedia Interaktif Pembelajaran Fisika dan Implikasinya pada Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pijar MIPA*, 9(1), 15-19.
- [29] Niemi, K., Kosim, K., & Gunawan, G. 2018. Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi Komputer untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep pada Materi Alat-alat Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 220-225.