

## PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN LISTRIK DINAMIS BERBASIS *VIRTUAL EXPERIMENT* UNTUK KULIAH TEORI DAN PRAKTIKUM TERINTEGRASI

**Wayan Suana**

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Lampung  
**Email:** wsuane@gmail.com

### **Abstrak**

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran Listrik Dinamis berbasis *virtual experiment* yang valid dan efektif untuk perkuliahan Fisika Dasar II teori dan praktikum terintegrasi. Prosedur pengembangan terdiri dari empat tahapan utama, yaitu studi pendahuluan, perancangan produk, pengembangan produk, dan validasi produk. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi silabus dan SAP, bahan ajar, dan LKM. Hasil uji ahli menunjukkan bahwa produk memiliki validitas sangat baik pada aspek isi/materi dan validitas baik pada aspek desain. Dari hasil uji coba pemakaian, diperoleh bahwa perangkat pembelajaran efektif meningkatkan penguasaan konsep Listrik Dinamis mahasiswa. Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan dalam perkuliahan Fisika Dasar II terintegrasi.

**Kata Kunci:** listrik dinamis, *virtual experiment*, kuliah terintegrasi, pengembangan

### **Abstract**

*This development research aimed to produce effective virtual experiment-based learning tools of Electrodynamics topic for integrated Basic Physics II lecture of theory and practicum. Procedure development consists of four main stages, ie preliminary studies, product design, product development, and product validation. Learning tools developed included the syllabus and lesson plans, teaching materials, and student's worksheets. The results of the expert assessment indicated that the product had a very good validity on the content aspects and a good validity on the design aspects. From the test results, it was found that the learning tools were effective to enhance student's conceptual mastery of Electrodynamics. Thus, the product can be used as learning tools of integrated Basic Physics II course.*

**Keywords:** *electrodynamics, virtual experiment, integrated course, development*

## PENDAHULUAN

Secara umum, para mahasiswa yang menempuh Mata Kuliah Fisika Dasar masih mengalami berbagai kesulitan. Kesulitan tersebut dapat disebabkan karena berbagai faktor, seperti kesukaran matematika yang digunakan (AAPT, 2009), banyaknya cakupan materi dan kegiatan laboratorium (Sheppard & Robin, 2009; Heller & Heller, 1999), pembelajaran yang masih menggunakan metode tradisional (Gok & Silay, 2008), dan pembelajaran yang tidak kontekstual (Ornek dkk., 2008; Amirudin, 2010). Akibat kesulitan-kesulitan tersebut, selain lemahnya penguasaan konsep, mahasiswa juga dapat mengalami miskonsepsi (Anderson & Nashon, 2006; Suana, 2014).

Kesulitan serupa juga ditemui pada perkuliahan Fisika Dasar II Program Studi S1 Pendidikan Fisika Universitas Lampung, khususnya berkaitan dengan faktor banyaknya cakupan materi dan kegiatan praktikum di laboratorium yang selama ini dilaksanakan secara terpisah. Topik materi pada kegiatan praktikum diberikan tanpa beriringan

dengan materi pada perkuliahan teori. Oleh karena keterbatasan peralatan praktikum, kegiatan praktik dilakukan secara kelompok dengan masing-masing kelompok melakukan praktek yang berbeda-beda. Metode seperti ini membuat Mata Kuliah Fisika Dasar II tampak seperti dua mata kuliah yang terpisah sehingga menyulitkan mahasiswa.

Pelaksanaan praktikum yang berupa kegiatan eksperimen semestinya dilaksanakan sejalan dengan perkuliahan teori. Dari aktivitas eksperimen mahasiswa dapat memperoleh langsung dan menguatkan pengetahuannya. Terlebih lagi fisika adalah ilmu pengetahuan yang dibangun dari pengamatan dan eksperimen. Mutlak bagi para pendidik untuk membelajarkan fisika sesuai dengan hakikatnya, yaitu pembelajaran yang berbasis pada metode ilmiah, atau yang biasa dikenal dengan pendekatan ilmiah (*scientific approach*).

Pembelajaran yang berbasis pendekatan ilmiah mengandung aktivitas pengamatan, penalaran, percobaan, pengolahan, penyajian, dan penyimpulan (Sudarwan, 2013). Pembelajaran yang berbasis pendekatan ilmiah dapat

dilaksanakan melalui model pembelajaran *project based learning*, *problem based learning*, *problem solving*, *discovery*, dan *inquiry*. Pembelajaran dengan model-model tersebut telah banyak dilakukan dan terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep, menumbuhkan sikap ilmiah, dan meningkatkan kinerja ilmiah mahasiswa (Mariati, 2012).

Pembelajaran dengan pendekatan ilmiah bagi mahasiswa calon guru sangat penting dilakukan mengingat pendekatan ini merupakan pendekatan pembelajaran pada Kurikulum 2013. Pembelajaran dengan pendekatan ilmiah dapat memenuhi karakteristik standar penyiapan calon guru fisika, beberapa diantaranya yaitu (1) mempelajari fisika dengan metode yang sama ketika ia mengajar, (2) mendapatkan pengetahuan tentang bagaimana siswa belajar dan bagaimana mereka mempelajari fisika, (3) terlibat dalam lingkungan pembelajaran yang sama dengan lingkungan yang hendak ia ciptakan ketika mengajar, dan (4) tuntas dalam penguasaan teknologi, metode, keterampilan yang akan mereka gunakan di kelas (Etkina, 2005).

Pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan ilmiah membutuhkan perangkat pembelajaran khusus yang didesain dengan pendekatan ilmiah. Kendala di lapangan adalah belum tersedianya perangkat pembelajaran dengan pendekatan ilmiah yang menggabungkan aktivitas praktikum dan perkuliahan teori. Selain itu, kendala lainnya adalah keterbatasan peralatan praktikum yang tersedia di laboratorium pembelajaran fisika. Menyangkut keterbatasan peralatan praktikum, diperlukan bentuk media/peralatan lainnya yang inovatif untuk pembelajaran dengan pendekatan ilmiah. Pembelajaran dengan pendekatan ilmiah yang tidak tergantung pada ketersediaan peralatan praktikum dapat dilakukan sebagai alternatif, misalnya penggunaan *virtual experiment*.

Melalui *virtual experiment*, peralatan laboratorium digantikan oleh program berbasis komputer. Dari hasil penelitian diketahui bahwa dalam beberapa aspek, pembelajaran dengan *virtual experiment* justru lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran lainnya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Taufiq (2008), diketahui bahwa laboratorium virtual mem-

berikan kesan yang positif, menarik, dan menghibur serta membantu penjelasan secara mendalam tentang suatu fenomena alam. Prihatiningtyas dkk. (2013) memperoleh bahwa perangkat pembelajaran dengan media berbasis laboratorium virtual efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika yang bersifat abstrak.

*Virtual experiment* adalah kegiatan eksperimen yang dilakukan secara *virtual* dalam suatu laboratorium virtual (*virtual laboratory*) yang berbasis komputer. Imron (2012) mengemukakan bahwa laboratorium virtual adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat menyimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya.

Menurut Ferreira dalam Imron (2012), beberapa manfaat yang dapat diperoleh dalam melakukan eksperimen *virtual* menggunakan laboratorium *virtual* adalah mengurangi keterbatasan waktu, ekonomis, meningkatkan kualitas eksperimen, meningkatkan efektifitas

pembelajaran, dan meningkatkan keamanan dan keselamatan. Melalui pembelajaran multimedia dalam bentuk laboratorium *virtual*, proses pembelajaran menjadi lebih menarik, lebih interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Program-program laboratorium *virtual* untuk pembelajaran fisika telah banyak dikembangkan, salah satunya yang populer adalah Simulasi PhET. Program ini merupakan simulasi interaktif yang dapat diakses di mana pun oleh pendidik dan peserta didik dengan menggunakan komputer. Penggunaan Simulasi PhET terbukti memiliki manfaat dalam pembelajaran. Moore dkk. (2013) menemukan bahwa Simulasi PhET dapat menyediakan lingkungan yang mendukung peserta didik melakukan pembelajaran penemuan, sebuah model pembelajaran dengan pendekatan ilmiah. Selain itu, Filkelstein dkk. (2006) memperoleh bahwa penggunaan simulasi dalam materi arus listrik lebih efektif dibandingkan menggunakan peralatan praktikum nyata dalam hal penguasaan

konsep fisika dan dalam kemampuan perakitan rangkaian listrik secara nyata. Dalam topik tertentu, penggunaan simulasi phet juga lebih murah.

Namun demikian, pemanfaatan *virtual experiment* tidak selalu membuat hasil belajar peserta didik lebih baik dibandingkan pembelajaran *hands-on activity*, seperti yang dikemukakan oleh Klahr dkk. (2007) dan Zacharia & Constantinou (2008). Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan *virtual experiment* dalam pembelajaran fisika diperlukan untuk menghasilkan desain pembelajaran yang efektif, misalnya pemanfaatan *virtual experiment* pada materi listrik dinamis pada Fisika Dasar II.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini bertujuan untuk (1) menghasilkan perangkat pembelajaran mata kuliah Fisika Dasar II pada pokok bahasan Listrik Dinamis dengan pendekatan ilmiah berbasis *virtual experiment* yang terintegrasi antara perkuliahan teori dan praktikum, (2) menguji validitas perangkat pembelajaran berdasarkan penilaian dari ahli bidang pendidikan fisika dan ahli bidang teknologi pendidikan, (3) menguji efektivitas perangkat pembelajaran

dalam meningkatkan penguasaan konsep fisika mahasiswa.

## METODE

Penelitian dilakukan dari bulan April sampai dengan Oktober 2016 di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Desain penelitian yang digunakan mengadopsi desain penelitian dan pengembangan (R&D) oleh Gall dkk. (2003) yang dapat dibagi menjadi empat tahapan utama: studi pendahuluan, perancangan perangkat, pengembangan perangkat, dan validasi perangkat.

Produk yang dikembangkan meliputi silabus dan SAP, bahan ajar, dan LKM. Pada tahap pengembangan produk, dilakukan uji ahli yang meliputi ahli isi dan ahli desain. Pada tahap validasi, dilakukan uji coba lapangan dengan desain eksperimen *one shot case study*. Efektivitas perangkat pembelajaran diukur dari ketercapaian penguasaan konsep minimal mahasiswa.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari angket, lembar observasi, lembar uji ahli, dan soal tes. Angket dan lembar observasi digunakan pada tahap studi pendahuluan untuk menganalisis kebutuhan dan

memperoleh data ketersediaan fasilitas pendukung. Lembar uji ahli digunakan pada tahap pengembangan produk, yaitu untuk memperoleh penilaian dari para ahli, ahli isi untuk menilai validitas isi/materi produk dan ahli desain untuk menilai validitas desain produk. Subyek uji ahli isi/materi adalah seorang dosen dengan keahlian pada bidang pendidikan fisika dan subyek uji ahli desain adalah seorang

dosen dengan keahlian pada bidang teknologi pendidikan. Lembar uji validitas tersusun atas pernyataan-pernyataan yang masing-masing pernyataan diberi skor dari satu (buruk) sampai dengan empat (sangat baik). Subyek pada uji coba lapangan adalah Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung sebanyak 32 orang.

**Tabel 1.** Kategori Validitas

No	Skor Rata-rata	Kategori Validitas
1	3,26 - 4,00	Sangat tinggi
2	2,51 - 3,25	Tinggi
3	1,76 - 2,50	Rendah
4	1,00 - 1,75	Sangat rendah

Data yang diperoleh dari uji ahli dan uji efektivitas dianalisis dengan metode statistik deskriptif. Validitas produk hasil penilaian para ahli dicari skor rata-ratanya. Pengkategorian skor validitas produk mengikuti pedoman seperti pada Tabel 1.

Apabila validitas produk hasil penilaian ahli mencapai kategori minimal “tinggi” maka pengembangan produk dapat diteruskan ke tahapan berikutnya. Namun jika kategorinya

“rendah” atau “sangat rendah” maka perangkat harus direvisi dan diujikan kembali sampai mencapai kategori minimal “tinggi”. Sementara itu, data penguasaan konsep dianalisis untuk mengetahui pencapaian penguasaan konsep minimal mahasiswa. Perhitungan nilai penguasaan konsep mahasiswa dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumla h skor siswa}}{\text{jumla h skor maksimal}} \times 100$$

Adapun kriteria keefektifan produk yang digunakan yaitu minimal 75% atau lebih mahasiswa mencapai nilai penguasaan konsep minimal 66 maka produk dikatakan efektif sebagai perangkat pembelajaran Listrik Dinamis dalam perkuliahan Fisika Dasar II terintegrasi antara teori dan praktikum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian pengembangan ini dijabarkan untuk masing-masing tahapan penelitian. Berikut ini diuraikan mengenai hasil dari setiap tahap penelitian pengembangan yang dilakukan.

### Hasil Studi Pendahuluan

Dari observasi yang dilakukan, permasalahan yang dihadapi pada perkuliahan Fisika Dasar II adalah pelaksanaan praktikum dan perkuliahan teori selama ini dilaksanakan secara terpisah dengan silabus masing-masing. Mata kuliah yang terdiri dari 2 sks teori dan 1 sks praktikum tersebut memiliki susunan mengkajian materi yang tidak sama. Susunan materi pada kegiatan praktikum tidak sistematis karena keterbatasan jumlah peralatan prak-

tikum yang tersedia di Laboratorium Pembelajaran Fisika. Satu kelas yang terdiri dari 32 mahasiswa dibagi menjadi empat kelompok, dan setiap kelompok biasanya melakukan praktikum mengenai topik yang berbeda-beda. Karakteristik praktikum yang diberikan umumnya adalah pembuktian konsep, prinsip, atau hukum fisika. Dengan kondisi itu, mahasiswa menjadi kesulitan menempuh mata kuliah Fisika Dasar II.

Sementara itu, hasil studi mengenai hasil-hasil penelitian yang ada menunjukkan bahwa pembelajaran fisika dapat dilakukan dengan metode *virtual experiment* berbasis komputer dengan menggunakan software *virtual laboratory* seperti Simulasi PhET. Dari survei yang dilakukan, ketersediaan fasilitas komputer mahasiswa juga mendukung untuk pembelajaran berbasis *virtual experiment*, dimana 90,2% mahasiswa memiliki laptop sendiri, 6,4% memiliki PC, dan 6,9% memiliki komputer tablet.

### Hasil Perancangan Produk

Pada tahap ini dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran meliputi silabus dan SAP, bahan ajar,

dan LKM. Silabus mencakup dua kompetensi dasar, yaitu (1) menganalisis karakteristik arus listrik yang mengalir dalam kawat penghantar, dan (2) menganalisis besaran kuat arus dan tegangan pada rangkaian listrik arus searah seri, parallel dan campuran seri dan paralel. Jumlah pertemuannya  $3 \times 100$  menit, dimana satu pertemuan untuk mencapai KD 1, dan dua pertemuan untuk mencapai KD 2.

Bahan ajar terdiri dari dua bab, bab Arus Listrik dan Hambatan dan bab Rangkain Arus Searah. Bahan ajar bersifat sebagai media pendukung buku ajar Fisika Dasar I, dengan penekanan pada konsep-konsep dasar listrik dinamis. Penjelasan diuraikan secara detail dengan maksud sebagai pengantar dan pelengkap buku ajar.

LKM ditujukan untuk menuntun kegiatan mahasiswa dalam melakukan percobaan menggunakan *virtual laboratory*. Adapun bagian-bagian utama LKM yaitu uraian SK dan KD, pengetahuan dasar tentang Simulasi PhET, sajian fenomena, perumusan masalah, pengajuan hipotesis, alat dan bahan yang digunakan, langkah percobaan, hasil percobaan, dan kesimpulan.

### Hasil Pengembangan Produk

Draf produk lalu diuji oleh para ahli untuk menilai validitas aspek isi dan desain. Subyek uji ahli isi adalah dosen dengan keahlian pendidikan fisika dan subyek uji ahli desain adalah dosen dengan keahlian teknologi pendidikan. Adapun hasil uji ahli diberikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji ahli produk

No	Aspek	Skor	Kriteria Validitas
1	Isi/materi	3,37	Sangat Tinggi
2	Desain	3,20	Tinggi

Dari Tabel 2 diketahui bahwa secara keseluruhan perangkat yang dikembangkan sudah memenuhi standar

minimal yang ditetapkan. Saran-saran perbaikan dari para ahli diberikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.



**Tabel 3.** Saran perbaikan dari ahli materi

No	Aspek Penilaian	Saran Perbaikan	Tindakan Perbaikan
1.	Bahan ajar	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cakupan materi daya dan energi listrik belum dilengkapi dengan kegiatan simulasi dengan PhET</li> <li>b. Konsistensi penggunaan istilah-istilah fisika, simbol, dalam persamaan dan keterangan lainnya masih kurang</li> <li>c. Uraian materi masih ada yang tidak berkesinambungan dengan LKM</li> <li>d. Penulisan keterangan persamaan harus ditulis sejelas mungkin disertai dengan satuan</li> <li>e. Tambahkan contoh soal dan soal latihan mengenai konsep materi</li> </ul>	Telah disesuaikan
2.	LKM	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pertanyaan ada yang membingungkan, tidak mengarah langsung pada persoalan. Sebaiknya dibuat konkret</li> <li>b. Sebaiknya disertai ilustrasi jika permasalahannya cukup kompleks sehingga mahasiswa mudah memahami</li> <li>c. Langkah-langkah kegiatan eksperimen masih ada yang belum jelas dan sukar dipahami dengan mudah</li> <li>d. Padatkan pertanyaan diskusi supaya sesuai dengan alokasi waktu dan diperjelas maksudnya</li> <li>e. Perbaiki penjelasan mengenai fenomena yang ditampilkan pada bagian permasalahan</li> </ul>	Telah disesuaikan

**Tabel 4.** Saran untuk perbaikan dari ahli desain

No	Aspek Penilaian	Saran Perbaikan	Tindakan Perbaikan
1.	Bahan Ajar dan LKM	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kurangi kontras warna pada bagian isi bahan ajar</li> <li>b. Perbaiki jenis huruf bahan ajar agar lebih menarik</li> <li>c. Konsistensi dalam penggunaan spasi pada bahan ajar masih kurang</li> <li>d. Cover terlalu sederhana, kurang menarik</li> </ul>	Telah diperbaiki

Produk hasil validasi telah diperbaiki berdasarkan dan sasaran dari para ahli. Setelah tahap ini, produk diujicobakan dalam kelompok terbatas.

**Hasil Validasi Produk**

Keefektifan produk diukur dengan memberikan tes penguasaan konsep. Data penguasaan konsep mahasiswa diberikan pada Tabel 5. Dengan kriteria ketuntasan minimal 66 (batas bawah huruf mutu B), diperoleh bahwa 78,1%

mahasiswa tuntas dan 21,9% mahasiswa belum tuntas mempelajari materi listrik dinamis. Dengan demikian, produk hasil penelitian teruji efektif sebagai perangkat pembelajaran listrik dinamis. Perkuliahan terintegrasi antara teori dan praktikum berbasis *virtual experiment* terbukti efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa pada materi listrik dinamis.

**Tabel 5.** Penguasaan konsep listrik dinamis mahasiswa

Nilai	Huruf Mutu	Kelas X	
		Jumlah Mahasiswa	Persentase (%)
≥76	A	2	6,2
71 – 75	B+	12	37,5
66 – 70	B	11	34,4
61 – 65	C+	2	6,2
< 61	C/D/E	5	15,6
<b>Jumlah</b>		32	100

Pada akhir pembelajaran, mahasiswa diberi angket respon tentang kemenarikan, kemudahan, dan manfaat dari produk yang dikembangkan.

Pada Tabel 6, tanggapan mahasiswa mengenai kemenarikan mendapat skor rata-rata 3,51 dengan kategori sangat menarik. Hasil penilaian kemudahan mendapatkan skor rata-rata 3,67

dengan kategori sangat mudah. Hasil penilaian kemanfaatan LKM mendapatkan skor rata-rata 3,46 dengan kategori sangat bermanfaat. Ketiganya dengan skor maksimum 4. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran tidak hanya efektif namun juga memperoleh tanggapan yang sangat baik dari mahasiswa.

**Tabel 6.** Tanggapan mahasiswa mengenai produk

No	Aspek Penilaian	Skor	Kategori
1	Kemenarikan	3,51	Sangat menarik
2	Kemudahan	3,67	Sangat mudah digunakan
3	Manfaat	3,46	Sangat bermanfaat

### Pembahasan

Dari hasil penilaian para ahli, diperoleh bahwa validitas produk berkategori sangat tinggi untuk aspek isi/materi dan berkategori tinggi untuk aspek desain. Hal ini menunjukkan bahwa syarat validitas produk dari penilaian ahli telah terpenuhi. Terpenuhinya validitas ini berarti dalam pengembangannya telah didasarkan atas teori-teori yang dijadikan pedoman dalam perumusan atau penyusunan perangkat pembelajaran tersebut (Dewi dkk., 2013).

Tercapainya validitas produk diduga disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya kesesuaian komponen-komponen perangkat pembelajaran dengan indikator yang telah ditetapkan pada instrumen validitas perangkat pembelajaran, kesesuaian perangkat dengan kompetensi dasar dan tujuan mata kuliah Fisika Dasar II, dan penggunaan referensi yang memadai dan relevan. Walaupun kriteria validitas terpenuhi, produk tetap

direvisi sesuai dengan saran-saran perbaikan yang diberikan oleh para ahli. Dengan demikian, kualitas produk menjadi lebih baik.

Selanjutnya, hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa mahasiswa yang mencapai nilai penguasaan konsep minimal telah melebihi 75%. Pencapaian tersebut menunjukkan bahwa produk efektif untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran Listrik Dinamis dalam perkuliahan Fisika Dasar II. Beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab tercapainya efektivitas produk, yaitu tingginya validitas perangkat berdasarkan penilaian para ahli, penggabungan perkuliahan teori dan praktikum melalui pendekatan ilmiah, dan penggunaan metode *virtual experiment* dengan software Simulasi PhET.

Melalui penggabungan perkuliahan teori dan praktikum maka mahasiswa dapat belajar secara sistematis, terarah, dan saling mendukung satu sama lain. Beban belajar yang dirasakan maha-

siswa juga tidak menjadi bertambah karena pelaksanaan kegiatan praktikum dan perkuliahan teori menjadi satu kesatuan. Pembelajaran seperti ini sebenarnya tidak lain adalah implementasi pendekatan ilmiah dalam pembelajaran fisika, sama seperti pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah atas yang disarankan oleh Kurikulum 2013. Aktivitas-aktivitas dalam pendekatan ilmiah seperti melakukan pengamatan, menalar, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Sudarwan, 2013) merupakan inti kegiatan yang dilakukan dalam rangka meningkatkan penguasaan materi, melatih keterampilan, dan menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik. Pembelajaran yang berbasis pendekatan ilmiah tidak memisahkan aktivitas praktikum dengan pembelajaran teori, namun menjadi satu kesatuan.

Penerapan metode *virtual experiment* dengan Simulasi PhET juga dapat efektif untuk meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa, terutama konsep Listrik Dinamis yang bersifat abstrak, seperti yang diungkap oleh Prihatiningtyas dkk. (2013) bahwa perangkat pembelajaran dengan media

berbasis laboratorium *virtual* efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika yang bersifat abstrak. Tidak hanya efektif, beberapa hasil penelitian bahkan mengungkap jika dalam beberapa aspek, pembelajaran dengan *virtual experiment* justru lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran lainnya. Dalam hal penguasaan konsep fisika dan kemampuan perakitan rangkaian listrik secara nyata, Filkelstein dkk. (2005) menemukan bahwa penggunaan simulasi dalam pembelajaran arus listrik justru lebih efektif dibandingkan menggunakan peralatan praktikum nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan karena *virtual experiment* melalui virtual laboratorium memberikan kesan yang positif, menarik, dan menghibur serta membantu penjelasan secara mendalam tentang suatu fenomena alam (Taufiq, 2008), atau pun karena simulasi menyediakan lingkungan yang mendukung peserta didik melakukan pembelajaran penemuan, sebuah model pembelajaran dengan pendekatan ilmiah (Moore dkk., 2013).

Selain faktor efektivitas, pemanfaatan *virtual laboratory* juga tidak bergantung pada ketersediaan peralatan

percobaan atau pun prasarana laboratorium secara real. Pembelajaran dapat berlangsung di kelas biasa. Mahasiswa hanya perlu membawa laptop atau sejenisnya pada saat perkuliahan. Adapun kelebihan-kelebihan lain yang dimiliki oleh pembelajaran berbasis *virtual experiment* adalah dapat menjadi sumber belajar yang variatif dan menarik minat mahasiswa. Menurut Farreira dalam Imron (2012), beberapa manfaat yang dapat diperoleh dalam melakukan eksperimen virtual menggunakan laboratorium virtual adalah mengurangi keterbatasan waktu, ekonomis, meningkatkan kualitas eksperimen dan efektivitas pembelajaran.

Selain tes, mahasiswa juga diberikan angket respon mahasiswa untuk mengetahui respon mereka mengenai aspek kemenarikan, kemudahan dan manfaat dari perangkat pembelajaran. Aspek kemenarikan yang dimaksud adalah kemenarikan bahan ajar dan LKM sebagai media pembelajaran dan kemenarikan pembelajaran terintegrasi antara teori dan praktikum. Aspek kemudahan indikatornya adalah kemudahan penggunaan bahan ajar dan LKM sebagai media pembelajaran, dan

kemudahan mengikuti pembelajaran terintegrasi antara teori dan praktikum. Sementara itu, aspek manfaat diukur dengan indikator manfaat dari bahan ajar dan LKM dalam pembelajaran Listrik Dinamis, dan manfaat dari perkuliahan terintegrasi dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa. Sejalan dengan hasil uji efektivitas, respon yang diberikan mahasiswa sangat baik. Respon mahasiswa mengenai kemenarikan sejalan dengan yang dinyatakan oleh Farreira dalam Imron (2012) bahwa proses pembelajaran dengan *virtual experiment* menjadi lebih menarik.

Meskipun memiliki berbagai kelebihan, pemanfaatan *virtual experiment* juga tidak lepas dari kekurangan. *Virtual experiment* tidak dapat mengganti peran laboratorium nyata dalam melatih keterampilan proses sains peserta didik. Keterampilan dalam memilih dan mengumpulkan alat dan bahan percobaan, merancang eksperimen real, melakukan pengamatan, dan melakukan pengukuran untuk pengumpulan data perlu pengalaman real di lapangan. Oleh karena itu, penelitian berikutnya mengenai desain

pembelajaran yang mengoptimalkan peran virtual dan hands-on experiment sesuai dengan ketersediaan peralatan laboratorium perlu dilakukan.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik beberapa kesimpulan dari penelitian ini. Pertama yaitu melalui desain penelitian dan pengembangan (R & D) oleh Gall dkk. (2003) telah dihasilkan perangkat pembelajaran materi pokok Listrik Dinamis dengan menggunakan pendekatan ilmiah berbasis *virtual experiment*. untuk penyelenggaraan perkuliahan Fisika Dasar II yang terintegrasi antara teori dan praktikum. Kedua, perangkat pembelajaran teruji valid berdasarkan penilaian para ahli, yaitu skor 3,37 dengan kategori sangat baik untuk aspek isi/materi dan skor 3,20 dengan kategori baik untuk aspek desain. Ketiga, perangkat pembelajaran teruji efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa dengan persentase kelulusan sebesar 78,1% mahasiswa memperoleh nilai penguasaan konsep  $\geq 66$ . Kesimpulan berikutnya adalah diperolehnya respon

yang sangat baik dari mahasiswa mengenai kemenarikan, kemudahan, dan manfaat dari perangkat pembelajaran hasil pengembangan.

### **Saran**

Penelitian ini memiliki keterbatasan menyangkut jumlah materi pokok yang diteliti serta tidak diamatinya hasil belajar pada aspek lain seperti afektif dan psikomotorik. Oleh karena itu, penelitian pengembangan pada materi pokok lainnya pada perkuliahan Fisika Dasar II perlu dilakukan. Penelitian lanjutan juga perlu dilakukan mengenai desain pembelajaran berbasis gabungan virtual dan hands-on experiment dalam rangka mengoptimalkan peran teknologi dalam pembelajaran tanpa menyingkirkan pentingnya peningkatan aspek keterampilan proses sains mahasiswa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- AAPT. 2009. Building a stronger foundation in the knowledge and understanding of science, American Association of Physics Teacher.
- Amirudin, S. S. 2010. Sistem Pembelajaran Berbasis LTSA Materi Gelombang dan Sifat-sifatnya dengan Metode Problem Solving. Jurnal Teknologi Informasi, 6(1): 47-55.
- Anderson, D. & Nashon, S. 2006. "Predators of Knowledge

- Construction: Interpreting Students' Metacognition in an Amusement Park Physics Program". Wiley Inter Science.
- Dewi, K., Sadia, W., & Ristiati, N. P. 2013. Pengembangan perangkat pembelajaran ipa terpadu dengan setting inkuiri terbimbing untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kinerja ilmiah siswa. *Jurnal Pendidikan IPA*, 3(1).
- Etkina, E. 2005. Preparing Tomorrow's Physics Teachers". *Forum on Education of The American Physical Society*.
- Finkelstein, N, Adams. W.K, Keller. C.J, Kohl. P.B, K.K. Perkins, Podolefsky. N.S, Reid. S., & LeMaster, R. 2006. When learning about the real world is better done virtually: a study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Phys. Rev. ST: Phys. Educ. Res.* 1, 010103.
- Gall, M.D., Gall, J.P. & Borg, W.R. 2003. *Educational Research an Introduction, Seventh Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Gok, T.& Silay, I. 2008. Effect of Problem Solving Strategy Teaching on the Problem-Solving Atitude of Cooperating Learning group in Physics education. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2): 253-266.
- Heller, K., & Heller, P. 1999. *Problem-Solving Labs. Introductory Physics I Mechanics. Cooperative Group problem-solving in physics*.
- Imron, M. 2012. Memanfaatkan laboratorium Virtual. Tersedia di <http://mazguru.wordpress.com/2012/04/19/ayo-manfaatkan-laboratorium-virtual/>. Diakses 10 Juni 2016.
- Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. 2007. Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children. *Journal of Research in Science teaching*, 44(1): 183-203.
- Mariati, P.S. 2012. Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi dan Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8: 152-160.
- Moore, E. B., Herzog, T. A., & Perkins, K. K. 2013. Interactive Simulations as Implicit Support for Guided-Inquiry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3): 257-268.
- Ornek, F. , Robinson, W.R. dan Haugan, M.P. 2008. What Make Physics Difficult?. *International Journal of Enviroonmental & Science Education*, 3(1): 30-34.
- Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., & Jatmiko, B. 2013. Implementasi Simulasi PhET dan Kit Sederhana untuk Mengajarkan Keterampilan Psikomotor Siswa pada Pokok Bahasan Alat Optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 2(1): 18-22.
- Sheppard, K. & Robbins, D.M. 2009. The "First Physics First" Movement, 1880-1920. *The Physics Teacher*, 47, 46-50.
- Suana, W. 2014. Mengungkap Miskonsepsi Mekanika Mahasiswa Calon Guru Fisika Semester Akhir pada Salah Satu Universitas di Lampung. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(1): 1-8.

- Sudarwan, P. 2013. Pendekatan- Pendekatan Ilmiah dalam Pembelajaran. Makalah pada Workshop Kurikulum, Jakarta.
- Taufiq, M. 2008. Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis Compact Disc Untuk Menampilkan Sim-ulasi Dan Virtual Labs Besaran-Besaran Fisika. *Jurnal Pijar MIPA*, 3 (3): 68–72.
- Zacharia, Z. C., & Constantinou, C. P. 2008. Comparing the Influence of Physical and Virtual Manipulatives in the Context of the Physics by Inquiry Curriculum: The Case of Undergraduate Students' Conceptual Understanding of Heat and Temperature. *American Journal of Physics*, 76(4): 425-43.