

Laboratorium Virtual Fisika dan Implikasinya pada Penguasaan Konsep Optik Mahasiswa

Gunawan, Ahmad Harjono, Hairunnisyah Sahidu
Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Mataram
Jln. Majapahit No. 62 Mataram – Nusa Tenggara Barat
Email: gunawan@unram.ac.id

Abstract: The laboratory has an important role in the learning of physics. Tools and materials are limited often used as an excuse for not doing the lab activities. In addition, the characteristics of the most abstract concepts of physics that cause difficulties in teaching it to students. In this research, we have developed several virtual experiments on the concept of optics. Besides as an alternative to the limited laboratory equipment in LPTK, is also intended as a visualization media of concepts to make it easier to understand by students. The purpose of this study was to examine the effectiveness of a virtual laboratory to increase student's mastery of optics concepts. This research includes research and development, which is divided into three stages: the preliminary study, model design, and testing models phase. The results showed that the virtual laboratory model effectively used in learning of physics. This is indicated by a higher increase in the mastery of the concept of the experimental class than the control class. The highest increase occurred in the concept of geometrical optics by 79.9%.

Keywords: Virtual Laboratory, Mastery of Concepts, Optics

Abstrak: Laboratorium memiliki peranan penting dalam pembelajaran fisika. Alat dan bahan yang terbatas sering dijadikan alasan untuk tidak melakukan kegiatan laboratorium. Selain itu, karakteristik sebagian konsep fisika yang abstrak menimbulkan kesulitan tersendiri dalam mengajarkannya kepada mahasiswa. Dalam penelitian ini, kami telah mengembangkan beberapa eksperimen virtual fisika pada konsep optik. Selain sebagai alternatif terbatasnya peralatan laboratorium di LPTK, juga dimaksudkan sebagai media visualisasi konsep agar lebih mudah dipahami mahasiswa. Tujuan penelitian ini adalah menguji efektivitas laboratorium virtual terhadap peningkatan penguasaan konsep optik mahasiswa. Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan, yang dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan desain, dan tahap pengujian model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model laboratorium virtual efektif digunakan dalam pembelajaran fisika. Hal ini ditunjukkan oleh lebih tingginya peningkatan penguasaan konsep kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan tertinggi terjadi pada konsep optik geometri sebesar 79.9%.

Kata kunci: Laboratorium Virtual, Penguasaan Konsep, Optik

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu matakuliah kuliah wajib untuk semua mahasiswa pada rumpun sains dan teknologi. Hal ini didasarkan pada pertimbangan selain dapat dijadikan wahana untuk melatih mahasiswa berpikir tentang alam dan sekitarnya, juga disebabkan bahwa ilmu sains lainnya terkait dengan fisika dan untuk mempelajarinya lebih jauh diperlukan pemahaman pada konsep-konsep dasar fisika. Munculnya pernyataan bahwa "*Physics is the Queen of Science*" merupakan salah satu indikator pentingnya peranan fisika tersebut.

Pentingnya peranan fisika tersebut seharusnya mendorong inovasi-inovasi dalam pembelajaran fisika, baik di sekolah menengah maupun di perguruan tinggi. Fisika seharusnya selain diajarkan oleh orang yang mengerti konten fisika juga diajarkan oleh orang yang paham bagaimana fisika itu diajarkan dengan metode terbaik yang sesuai. Kondisi ini tentunya juga harus didukung dengan ketersediaan sarana prasarana pembelajaran yang memadai. Rendahnya penguasaan konsep fisika selain disebabkan faktor internal mahasiswa, juga disebabkan oleh beberapa faktor lainnya seperti kemampuan dosen, pemilihan metode dan media pembelajaran, ketersediaan sarana laboratorium, dan lain sebagainya.

Hasil pemetaan kemampuan guru fisika yang telah dilakukan Balitbang Depdikbud maupun lembaga lainnya yang terkait pendidikan guru masih menunjukkan rendahnya kemampuan guru fisika. Misalnya penguasaan fisika pada guru fisika di DKI Jakarta berada pada rata-rata 50.3 dari skor 100. Hasil uji kompetensi keprofesionalan guru MIPA DKI Jakarta juga menunjukkan bahwa pemahaman dan penguasaan materi fisika guru-guru se-DKI Jakarta tahun 1999 untuk materi kelas I, II, dan III masing-masing berada pada angka 5,15; 4,18; dan 4,70. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan

dan pemahaman materi fisika guru-guru masih berada pada kategori rendah (Zamroni, 2001). Hasil yang lebih rendah lagi terjadi di beberapa propinsi lainnya. Sehingga tidak salah jika kemudian McDermot (1990) menyatakan bahwa salah satu faktor penting yang mempengaruhi rendahnya kinerja pendidikan IPA (termasuk fisika) adalah kurangnya guru-guru yang dipersiapkan dengan baik. Berangkat dari kenyataan ini tampaknya upaya peningkatan kualitas guru melalui pendidikan calon guru harus terus-menerus dilakukan.

Selain calon guru fisika yang perlu dipersiapkan dengan lebih baik, kondisi pembelajaran fisika juga dihadapkan pada keterbatasan sarana prasarana pendukung kegiatan laboratorium fisika. Laboratorium dalam pembelajaran fisika memiliki peranan penting, salah satunya sebagai wahana mengembangkan kreativitas dan keterampilan berpikir melalui proses pemecahan masalah dalam rangka mahasiswa menemukan konsep secara mandiri. Dalam kegiatan laboratorium akan banyak keterampilan pada diri mahasiswa yang akan ikut berkembang seperti mengamati, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, berkomunikasi, dan mengajukan pertanyaan.

Dalam kegiatan laboratorium, selain aspek produk, aspek proses dan sikap juga dapat ikut dikembangkan pada diri mahasiswa. Pembelajaran yang selama ini hanya menekankan pada aspek produk terbukti belum mampu mengembangkan keterampilan berpikir dan kemampuan memecahkan masalah siswa. Ini dapat dilihat dari ketidakmampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupannya. Pembelajaran konvensional lebih banyak memberikan teori-teori yang tidak mengakar pada dunia nyata mahasiswa. Penekanan pada aspek produk, menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan untuk memahami konsep fisika dengan baik. Salah satunya karena cenderung menyesuaikan cara belajarnya dengan ujian yang akan dipakai dosen. Jika hanya diuji tentang hal-hal yang terkait dengan fakta, mereka cenderung menghafal fakta saja. Sinaradi (1998) menyatakan bahwa untuk memberikan penekanan lebih besar pada aspek proses, peserta didik perlu diberikan keterampilan seperti mengamati, menggolongkan, mengukur, berkomunikasi, menafsirkan data, dan bereksperimen secara bertahap sesuai dengan tingkat kemampuan berpikir anak dan materi pelajaran yang sesuai dengan kurikulum.

Beberapa model pembelajaran inovatif coba diterapkan untuk membantu mahasiswa memahami konsep dengan menghubungkan antara materi dengan kehidupan nyata. Pembelajaran harus dikondisikan agar mahasiswa terlibat secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya untuk memahami konsep-konsep yang dipelajari dalam fisika. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan yaitu optimalisasi kegiatan laboratorium dalam pembelajaran fisika. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan laboratorium adalah ketersediaan sumber daya yang mencakup bahan dan peralatan, ruang dan perabot, tenaga laboran, serta teknisi. Ketersediaan sumber daya tersebut secara memadai jelas akan menunjang pelaksanaan kegiatan laboratorium, sebaliknya keterbatasan alat dan bahan sering menjadi alasan bagi pendidik untuk tidak melakukan kegiatan laboratorium.

Selain itu, karakteristik konsep fisika yang sebagiannya merupakan konsep yang abstrak menimbulkan kesulitan tersendiri, baik dalam proses belajar maupun kegiatan laboratoriumnya. Konsep abstrak dalam fisika merupakan konsep yang sulit divisualisasikan atau ditampilkan prosesnya secara langsung melalui kegiatan laboratorium riil sekalipun. Hal ini kemudian berimplikasi pada rendahnya tingkat penguasaan konsep, kemampuan pemecahan masalah dan perolehan hasil belajar mahasiswa.

Hal ini kemudian melatarbelakangi munculnya inovasi-inovasi baru dalam pembelajaran fisika. Salah satunya melalui pemanfaatan teknologi komputer, baik dalam proses pembelajaran maupun kegiatan laboratorium melalui laboratorium virtual. Finkelstein (2005) mengatakan bahwa komputer dapat digunakan untuk menunjang pelaksanaan praktikum fisika baik untuk mengumpulkan data, menyajikan, dan mengolah data. Komputer juga dapat digunakan untuk memodifikasi eksperimen dan menampilkan eksperimen lengkap dalam bentuk virtual. Konsep-konsep fisika tersebut

direalisasikan dalam program komputer dengan menggunakan piranti lunak yang mudah dipelajari. Dalam penelitian ini telah dikembangkan beberapa simulasi interaktif yang dapat digunakan sebagai laboratorium virtual mendukung perkuliahan pada konsep optik. Diharapkan penggunaannya dalam pembelajaran dapat meningkatkan penguasaan konsep optik mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan. Dalam penelitian ini telah dikembangkan suatu model laboratorium virtual untuk pembelajaran konsep optik. Penelitian pengembangan adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut (Sugiyono, 2008). Pengembangan model dimulai dengan analisis awal dan pengembangan draft. Draft yang sudah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh ahli. Untuk pengujian efektivitas model laboratorium virtual terhadap peningkatan penguasaan konsep mahasiswa digunakan metode eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*. Untuk memperoleh data penelitian digunakan instrumen tes penguasaan konsep optik. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa calon guru yang mengikuti matakuliah fisika dasar yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dilakukan dengan menghitung besarnya skor gain yang dinormalisasi (N-gain). Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kesalahan dalam menginterpretasikan perolehan gain masing-masing mahasiswa. Untuk memperoleh skor N-gain digunakan rumus (Cheng, 2004):

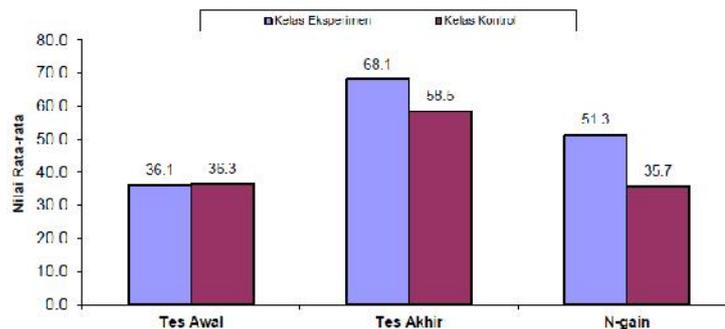
$$N - gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \times 100\%$$

Keterangan: N-gain > 70% (tinggi) ; 30% ≤ N-gain ≤ 70% (sedang) ; dan N-gain < 30% (rendah).

Pengolahan data penelitian diawali dengan uji statistik berupa uji normalitas dan uji homogenitas. Selanjutnya, dilakukan uji perbedaan dua rerata untuk menguji tingkat signifikansi perbedaan rerata skor tes penguasaan konsep kedua kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian efektivitas model laboratorium virtual optik yang telah dikembangkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, baik dari tes awal, tes akhir, maupun gain yang dinormalisasi dapat diketahui adanya peningkatan kemampuan penguasaan konsep pada kedua kelas. Gambar 1 menunjukkan perbandingan nilai rata-rata tes pada kedua kelas.

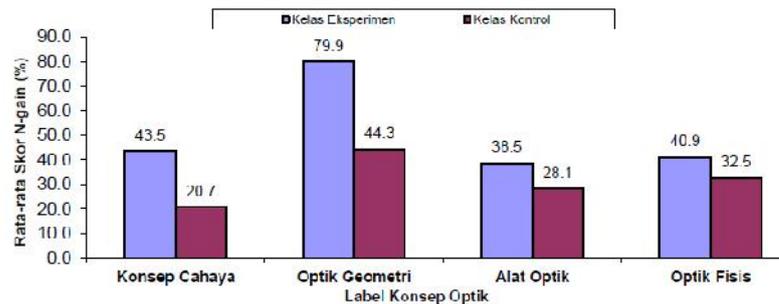


Gambar 1. Perbandingan Nilai Rata-rata Tes pada Kedua Kelas

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa kemampuan awal kedua kelas hampir sama, dengan rata-rata yang hampir sama pula yaitu 36.1 (kelas eksperimen) dan 36.3 (kelas kontrol). Hasil ini juga dibuktikan dari hasil pengujian homogenitas kedua kelas yang menunjukkan bahwa kedua kelas homogen. Begitupun dengan hasil pengujian sebaran data yang menunjukkan bahwa data tes pada kedua kelas terdistribusi normal. Selain dideskripsikan secara umum, dalam penelitian ini juga dilakukan analisis

pada setiap sub materi atau setiap label konsep. Konsep optik yang diujikan dalam penelitian ini terdiri dari empat label konsep, yaitu konsep cahaya, optik geometri, alat optik, dan optik fisis.

Setiap label konsep dianalisis peningkatan dan ketercapaiannya sesuai hasil tes yang diberikan pada kedua kelas. Data menunjukkan bahwa penguasaan konsep optik pada kedua kelas mengalami peningkatan setelah perlakuan. Adanya peningkatan menunjukkan bahwa kedua kelas termotivasi untuk belajar konsep ini. Meskipun demikian, data juga menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru yang belajar menggunakan laboratorium virtual mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan mahasiswa yang hanya belajar secara konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa kelas eksperimen yang belajar menggunakan model laboratorium virtual mampu menyelesaikan permasalahan yang diberikan lebih baik dibanding kelas kontrol. Secara rinci, perbandingan peningkatan kemampuan penguasaan konsep kedua kelas pada setiap label konsep dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan Tingkat Penguasaan pada Setiap Label Konsep Optik

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa peningkatan N-gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, pada semua label konsep. Konsep optika geometri merupakan konsep dengan peningkatan tertinggi, juga merupakan konsep dengan selisih peningkatan paling besar dibanding konsep lainnya. Hal ini dapat dipahami karena semua model pemantulan maupun pembiasan divisualisasikan dengan baik dan terbukti dapat membantu mahasiswa memahami konsep dan menyelesaikan permasalahan terkait konsep yang diberikan. Peningkatan yang terjadi juga disebabkan oleh pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran, dimana contoh dan penjelasan yang diberikan terkait konsep dapat divisualisasikan, misalnya posisi bayangan yang langsung dapat diamati ketika posisi objek diubah. Hal ini kemudian membantu pemahaman mahasiswa sehingga dapat dengan mudah menggambarkan posisi bayangan maupun sifat-sifat bayangan yang terbentuk. Hal ini membuktikan bahwa simulasi interaktif yang digunakan sebagai laboratorium virtual membantu pemahaman mahasiswa terkait konsep-konsep abstrak dalam konsep optik, khususnya pada konsep optika geometri. Kondisi ini, sesuai dengan penelitian Burke (1998), yang menyatakan bahwa simulasi komputer dapat memvisualisasikan proses abstrak yang mustahil dilihat atau dibayangkan. Artinya tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan sukses, karena software yang dikembangkan berhasil membuat mahasiswa mengerti konsep seperti seharusnya.

Finkelstein (2005), menemukan bahwa penggunaan komputer merupakan pilihan terbaik untuk meningkatkan penguasaan fisika mahasiswa. Teknologi komputer tidak hanya digunakan untuk mengumpulkan data, menyajikan dan menganalisis data, juga dapat digunakan untuk modifikasi eksperimen dan menyajikannya dalam bentuk virtual. McKagan *et al* (2008) juga menemukan bahwa visualisasi konsep maupun proses abstrak telah membantu meningkatkan model mental dan intuisi mahasiswa termasuk representasi visual dari konsep abstrak dan proses mikroskopik yang tidak dapat diamati secara langsung.

Peningkatan yang tidak terlalu berbeda signifikan juga terjadi pada materi alat optik 38.5% untuk kelas eksperimen dan 28.1% untuk kelas kontrol. Pada materi kamera dan lup mahasiswa dapat menjelaskan dengan baik, hanya pada mata, mikroskop

maupun teropong kemampuan kedua kelas hampir sama. Hal ini disebabkan antara lain materi mata dan cacat mata tergolong mudah bagi mahasiswa kedua kelas, sedangkan mikroskop maupun teropong umumnya juga sudah dikenal mahasiswa secara langsung sehingga peningkatan pada kedua kelas tidak berbeda signifikan. Hasil ini juga disebabkan karena umumnya soal yang digunakan menguji kemampuan mahasiswa pada materi teropong dan mikroskop berbentuk soal hitungan matematis. Pada konsep optik fisis peningkatan pada kedua kelas juga tidak terlalu jauh berbeda yaitu 40.9% untuk kelas eksperimen dan 32.5% untuk kelas kontrol, dengan selisih peningkatan hanya sebesar 8.4%. Kelas eksperimen yang belajar menggunakan laboratorium virtual mendapatkan informasi visual lebih banyak dibandingkan kelas kontrol. Sedangkan kelas kontrol mendapatkan tutorial mengerjakan soal lebih banyak dibandingkan kelas eksperimen. Ketika diuji dengan pertanyaan hitungan matematis, kemampuan kedua kelas tidak akan terlalu jauh berbeda.

Pada konsep cahaya perbedaan peningkatan pada kedua kelas cukup signifikan berbeda. Pada pengujian tahun sebelumnya, konsep ini merupakan konsep dengan peningkatan yang paling rendah pada kedua kelas. Hasil pengujian tahun ini cukup mengejutkan karena kondisi yang sama masih terjadi pada kelas kontrol. Selain disebabkan karena penguasaan konsep pada materi ini sudah lebih baik sejak sebelum perlakuan. Data tes awal menunjukkan tingginya skor mahasiswa pada konsep ini. Jadi, meskipun kemampuan pada tes akhir juga tinggi, nilai peningkatannya tidak akan terlihat besar. Pertanyaan yang diberikan pada konsep ini termasuk juga dalam kategori mudah bagi mahasiswa, karena sudah diberikan sejak di sekolah menengah. Aspek lain yang juga terkait dengan perbedaan signifikan pada konsep ini, juga dapat terjadi karena laboratorium virtual mampu membantu mahasiswa mengingat kembali konsep terkait yang pernah dipelajari sebelumnya dan dapat lebih mudah menerima informasi baru. Gunawan & Liliyasi (2012) menemukan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan sifat terbuka (*openmindedness*) mahasiswa. Secara umum indikator *openmindedness* memberikan pengaruh yang lebih besar dalam mendukung peningkatan penguasaan konsep mahasiswa pada materi fisika yang dipelajari.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan beberapa eksperimen virtual fisika untuk meningkatkan penguasaan konsep optik mahasiswa calon guru fisika. Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian model pada konsep optik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dapat membantu mahasiswa memahami konsep optik lebih baik dibandingkan kelas kontrol yang belajar secara konvensional. Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada semua label konsep atau sub materi. Peningkatan tertinggi terjadi pada konsep optik geometri (79.9%) pada kategori tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini pada Skim Penelitian Strategis Nasional Tahun 2015 – 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Burke, K.A. (1998). Developing and Using Conceptual Computer Animation for Chemistry Instruction. *Journal of Chemical Education* Vol. 75. Iowa State University.
- Cheng, K., dkk. (2004). Using Online Homeworks Systems Enhances Student. Learning of Physics Concept in an Introductory Physics Course. *American journal of Physics*. 72 (11) 1447-1453.
- Finkelstein, et.al. (2005). When Learning About the Real World Is Better Done Virtually: A Study of Subtituting Computer Simulations for Laboratory Equipment. *Physics Education Research*. APS (1) 1 – 8.

- Finkelstein.N.D, *et al.* (2005). Can Computer Simulations Replace Real Equipment in Undergraduate Laboratories? *The Physics Teacher*.76. Pp.1-8.
- Gunawan & Liliyasi, (2012). Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru. *Jurnal Ilmiah Cakrawala Pendidikan*, LPPMP UNY. Juni 2012, Th. XXXI, No. 2.185– 199.
- Gunawan. (2015). *Model Pembelajaran Berbasis ICT*. Mataram: FKIP Unram Press.
- McDermott. (1990). A Perspective on Teacher Preparation in Physics and Other Sciences. *American Journal of Physics*. Vol 58 No.8
- McKagan et al. (2008). Developing and Researching PhET simulations for Teaching Quantum Mechanics. *American Journal of Physics* (76) 406 – 417.
- Sinaradi, F. (1998). Menguji Kualitas Barang: Suatu Alternatif Model Pengajaran Sains, dalam *Pendidikan Sains yang Humanistik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Zamroni. (2001). Peran Kolaborasi Sekolah – Universitas dalam Meningkatkan Mutu Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Indonesia. Makalah, disampaikan pada *National Seminar on Science and Education*. Faculty of Science and Mathematics. Bandung August 21, 2001.