

Menggali Potensi *Virtual Laboratory* untuk Pengembangan Keterampilan Proses Sains

Ishafit

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Kolektor Ringroad Selatan, Tamanan, Bantul, Yogyakarta
ishafit@pfis.uad.ac.id

Abstrak – *Laboratorium memainkan peran penting dalam pembelajaran eksperimen fisika, karena peserta didik dapat mengembangkan konsep fisika, keterampilan proses sains dan sikap saintifik. Kegiatan eksperimen di laboratorium dapat diarahkan ketiga tujuan yaitu eksperimen observasional, eksperimen pengujian, dan eksperimen aplikasi. Eksperimen observasional mempelajari fenomena yang tidak diketahui untuk mengembangkan model matematis fisika. Eksperimen pengujian dilakukan untuk menguji hipotesis, ide, atau prediksi. Eksperimen aplikasi memanfaatkan konsep fisika yang dikembangkan dan diuji sebelumnya untuk menentukan besaran fisika secara eksperimental. Makalah ini menyajikan penggunaan virtual laboratory dari aplikasi Physics Education Technology (PhET) untuk eksperimen simulasi dengan topik rangkaian listrik searah sebagai contoh eksperimen observasional, pendulum sederhana sebagai contoh eksperimen pengujian, dan efek fotolistrik sebagai contoh eksperimen aplikasi. Virtual laboratory sangat membantu dan memudahkan pembelajaran fisika untuk melatih peserta didik dalam mengembangkan keterampilan proses sains, yang di dalamnya terdapat keterampilan mendesain dan melakukan eksperimen.*

Kata kunci: *Virtual Laboratory, Keterampilan Proses Sains.*

Abstract – *The laboratory plays an important role in physics experiment learning because students can develop physics concepts, science process skills, and scientific attitudes. Experimental activities in the laboratory can be directed at three objectives, namely observational experiments, testing experiments, and application experiments. Observational experiments study unknown phenomena to develop mathematical models of physics. The testing experiment is done to test hypotheses, ideas, or predictions. Application experiments utilize physics concepts that were developed and tested beforehand to determine the physical quantities experimentally. This paper presents the use of virtual laboratories from the application of Physics Education Technology (PhET) for simulation experiments with the topic of direct electrical circuits as examples of observational experiments, simple pendulums, for example, testing experiments, and photoelectric effects as examples of application experiments. A Virtual laboratory is very helpful and facilitates physics learning to train students in developing science process skills, in which there are skills in designing and conducting experiments.*

Keywords: *Virtual Laboratory, Science Process Skills*

I. PENDAHULUAN

Salah satu tujuan penting pendidikan sains adalah mendidik siswa untuk memiliki keterampilan berpikir ilmiah dan keterampilan proses sains. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak negara menekankan pada berfikir ilmiah dan keterampilan proses sains dalam kurikulumnya [1]. Keterampilan proses sains meliputi keterampilan dasar dan terintegrasi. Keterampilan dasar berlaku khusus untuk fungsi kognitif dasar terutama di pendidikan dasar. Keterampilan proses sains terintegrasi adalah keterampilan langsung yang digunakan dalam pemecahan masalah. Keterampilan terintegrasi mencakup keterampilan mengidentifikasi variabel, menyusun tabel data dan grafik, menggambarkan hubungan antara variabel, memperoleh dan menganalisis data, menyusun hipotesis, menentukan variabel operasional, merancang penelitian dan bereksperimen [2]. Keterampilan proses sains dapat dikembangkan apabila proses pembelajaran dilakukan dengan eksperimen. Kegiatan eksperimen memerlukan laboratorium, baik dalam arti tempat maupun perangkat.

Kegiatan eksperimen di laboratorium dapat menarik siswa ke subjek sains/fisika. Saat ini, kegiatan eksperimen semakin ditingkatkan dengan hadirnya Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang mengakomodasi metode pengajaran baru, termasuk metode pengajaran di laboratorium secara virtual atau simulasi. Pembelajaran dengan bantuan komputer termasuk penggunaan laboratorium simulasi memiliki potensi yang sangat besar dalam menyelesaikan masalah melalui kegiatan yang kompleks dan melatih keterampilan proses sains [3]. Laboratorium virtual menawarkan fasilitas pemrosesan dan simulasi yang menarik, kemudahan penggunaan alat, dan hasil yang tentunya akurat. Laboratorium virtual merupakan media pembelajaran yang dapat memberikan visualisasi eksperimental langsung, lingkungan virtual interaktif, eksperimen praktis [4].

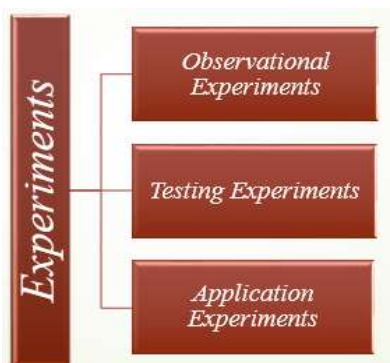
Kehadiran laboratorium virtual sebagai salah satu wujud penerapan TIK dalam pembelajaran sains tidak secara otomatis mampu secara efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik. Karena pada dasarnya, teknologi dan perangkat pembelajaran merupakan alat bantu dalam proses pembelajaran. Aspek lain yang juga harus

diperhatikan adalah strategi pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran di laboratorium, dalam makalah ini disajikan hasil upaya penggalan dan penerapan potensi laboratorium virtual pada strategi pembelajaran eksperimen. Hal ini dilakukan dalam upaya pengembangan keterampilan proses sains melalui pembelajaran fisika. Strategi pembelajaran eksperimen yang digunakan adalah eksperimen observasional, eksperimen pengujian, dan eksperimen aplikasi.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Eksperimen dalam Pembelajaran Fisika

Eksperimen fisika yang digunakan dalam pengajaran dapat diklasifikasikan sesuai dengan tujuan eksperimen, yaitu eksperimen observasi, eksperimen pengujian, dan eksperimen aplikasi. Eksperimen observasional bertujuan untuk mengamati fenomena baru. Peserta didik kemudian memberikan penjelasan dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran. Eksperimen pengujian bertujuan untuk menguji apakah hukum atau teori yang diberlakukan pada fenomena fisika sesuai dengan realitasnya. Eksperimen aplikasi bertujuan untuk menerapkan teori atau hukum yang telah diuji dalam eksperimen untuk menjelaskan fenomena baru atau menentukan besaran fisika [5].



Gambar 1. Jenis eksperimen untuk pembelajaran fisika

B. Virtual Laboratory

Laboratorium virtual didefinisikan sebagai lingkungan komputer yang menyediakan simulasi waktu nyata dalam eksperimen yang dilakukan untuk memperoleh pengalaman dalam pendidikan. Dalam hal ini, laboratorium virtual memodelkan realitas fisis di lingkungan komputer berbasis simulasi. Karakteristik yang paling penting dalam laboratorium virtual adalah antarmuka untuk interaksi pengguna dengan simulator. Laboratorium virtual dapat juga digunakan di banyak bidang teoretis dan eksperimental seperti matematika, fisika, kimia dan ilmu teknik, kedokteran, pelatihan militer dan penerbangan [6].

Dalam pendidikan sains, aplikasi laboratorium virtual memberikan kontribusi untuk meningkatkan keberhasilan akademik bagi siswa dan bagi mereka untuk mengembangkan sikap positif terhadap bahan ajar dan untuk melakukan pembelajaran konsep secara efektif.

Selain itu, para peserta didik dapat mewujudkan konsep-konsep yang dimiliki tentang dunia nyata yang telah mereka bentuk dalam pikiran mereka sendiri dengan menggunakan program laboratorium virtual. Pengajar dan dapat menggunakan laboratorium virtual sebagai alat bantu dalam proses penilaian peserta didik [6]. Eksperimen virtual dapat mengatasi kesulitan dalam pengajaran eksperimental. Metode eksperimen memiliki keuntungan besar, dapat mensimulasikan sebagian besar konten percobaan fisika, untuk mengatasi kekurangan pengajaran eksperimen tradisional [7]. Beberapa aplikasi laboratorium virtual yang telah dikembangkan untuk mendukung kegiatan laboratorium diantaranya ialah Fisika Interaktif, Simulasi interaktif PhET, Crocodile Physics, Edison 4.0. [8]

III. METODE KAJIAN

Proses penggalan potensi *virtual laboratory* dilakukan dengan mengeksplorasi salah satu aplikasi *free interactive science simulations* yaitu *Physics Education Technology* (PhET) dari University of Colorado Boulder (<https://phet.colorado.edu>). Simulasi di PhET didasarkan pada penelitian pendidikan yang luas dan melibatkan peserta didik melalui lingkungan, permainan di mana belajar melalui eksplorasi dan penemuan [9].



Gambar 2. Aplikasi simulasi interaktif PhET

A. Eksperimen observasioal (*observational experiments*)

Virtual laboratory atau *simulation laboratory* yang digunakan pada eksperimen ini adalah *Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab*. Langkah kerja dalam eksperimen ini diawali dengan menyusun rangkaian listrik arus searah dengan komponen sumber tegangan DC, resistor, amperemeter, dan voltmeter secara virtual, sebagaimana terlihat pada pada gamba 3. Setelah rangkaian tersusun maka dilakukan pengambilan data arus listrik dengan memvariasi tegangan untuk nilai resistansi tetap. Kemudian dilanjutkan pengukuran arus listrik dengan memvariasi nilai resistansi untuk nilai tegangan tetap.

Pada pendekatan eksperimen observasional ini peserta didik tidak diberi teori atau persamaan yang berlaku untuk rangkaian yang diberikan, tetapi peserta didik diminta atau

diberi data hasil eksperimen. Dari data data tersebut, peserta didik diminta untuk membuat grafik hubungan arus listrik terhadap tegangan, dan grafik hubungan arus listrik terhadap resistansi. Dengan mencermati grafik yang diperoleh, peserta didik diminta untuk merumuskan ralisasi matematis antara arus dengan resistansi dan tegangan. Langkah terakhir adalah melakukan analisis dimensi dan menurunkan/menemukan persamaan fisika yang berlaku untuk eksperimen yang dilakukan.



Gambar 3. Rangkaian simulasi arus searah dengan resistor

B. Eksperimen pengujian (*testing experiments*)

Penerapan jenis eksperimen ini menggunakan *virtual laboratory Pendulum Lab* (Gambar 4). Langkah untuk melakukan eksperimen ini diawali dengan melakukan kajian teoretik dari gejala pendulum, yang didasarkan pada hukum-hukum fisika atau analisis dimensi. Berdasarkan analisis dimensi terhadap sistem fisis pendulum diperoleh persamaan fisika sebagai berikut:

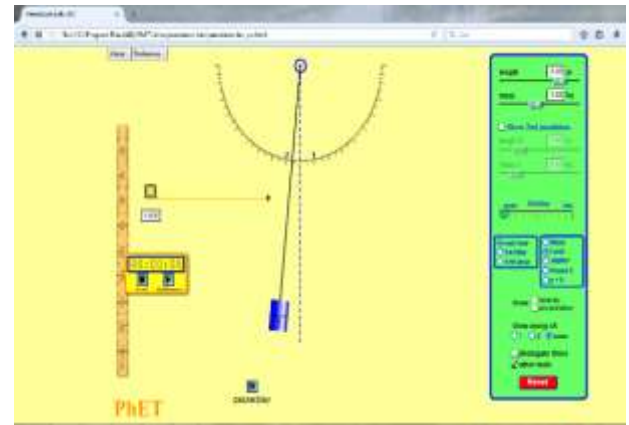
$$T = C m^a l^b g^c \quad (1)$$

$$T = C m^0 l^{0,5} g^{-0,5} \quad (2)$$

$$T = C \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

Dalam hal ini, T =periode pendulum, m =massa pendulum, l =panjang tali pendulum, g =percepatan gravitasi, dan C =konstanta yang dapat ditentukan dari eksperimen.

Setelah melakukan kajian teoretik maka dilakukan eksperimen untuk pengujian atau memverifikasi persamaan teoretiknya (persamaan 2). Eksperimen dilakukan dengan memvariasi panjang pendulum dan mengukur periode pendulum. Berdasarkan data eksperimen ini dilakukan analisis grafik atau data fitting untuk membuktikan apakah nilai pangkat untuk panjang tali sama dengan 0,5 atau tidak.



Gambar 4. Lab virtual pendulum

C. Eksperimen aplikasi (*application experiments*)

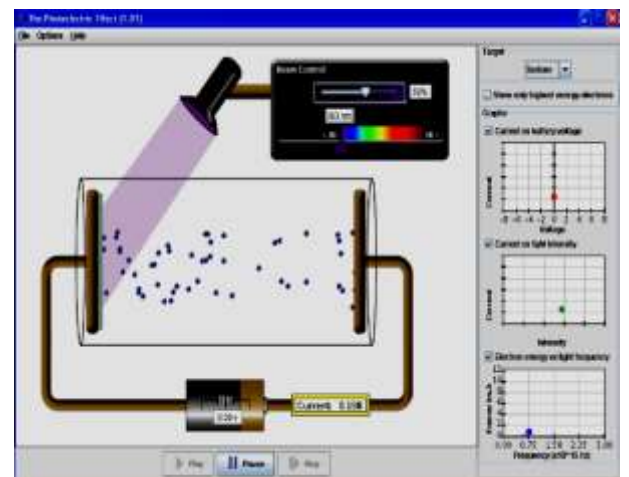
Pelaksanaan eksperimen aplikasi mengambil topik gejala efek foto listrik dengan perangkat virtual lab sebagaimana tampak pada Gambar 5. Eksperimen aplikasi menerapkan hasil kajian teoretik untuk menentukan besaran fisika yang tidak dapat diukur langsung, tetapi ditentukan dengan melakukan pengukuran terhadap besaran-besaran fisika yang terhubung dengan besaran yang akan ditentukan. Pada eksperimen aplikasi ini besaran yang ditentukan adalah nilai konstanta Planck h , dengan melakukan pengukuran panjang gelombang dan tegangan penghenti yang mengacu pada persamaan efek fotolistrik berikut:

$$E_k = hv - \phi \quad (4)$$

$$eV_s = hv - \phi \quad (5)$$

$$V_s = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{\phi}{e} \quad (6)$$

Dalam hal ini E_k =energi kinetik elektron, V_s =tegangan penghenti, h =konstanta Planck, ν =frekuensi foton, ϕ =fungsi kerja, e =muatan elektron, dan λ =panjang gelombang foton.



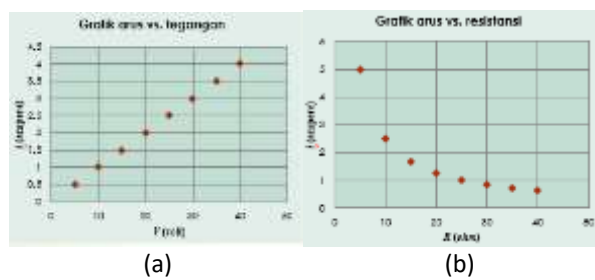
Gambar 5. Lab virtual efek fotolistrik

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Eksperimen Observasional

Tabel 1. (a) Hasil pengukuran i dan V pada R tetap, (b) Hasil pengukuran i dan R pada V tetap.

(a)			(b)		
No.	V (volt)	i (ampere)	No.	R (ohm)	i (ampere)
1	1,999	0,5	1	5	5
2	9,999	1,0	2	10	2,5
3	14,998	1,5	3	15	1,67
4	19,997	2,0	4	20	1,25
5	24,996	2,5	5	25	1,00
6	29,996	3,0	6	30	0,83
7	34,995	3,5	7	35	0,71
8	39,994	4,0	8	40	0,62



Gambar 6. (a) Garfik i vs. V pada R tetap, (b) Garfik I vs. R pada V tetap

Dari grafik di Gambar 6 terlihat bahwa arus berbanding langsung dengan tegangan, dan arus berbanding terbalik dengan R . Sebagai temuan dari eksperimen observasional pada rangkaian listrik arus searah dengan komponen resistor dapa dirumuskan sebagai berikut:

$$i \approx V \text{ dan } i \approx \frac{1}{R}$$

$$i = \frac{V}{R} \tag{7}$$

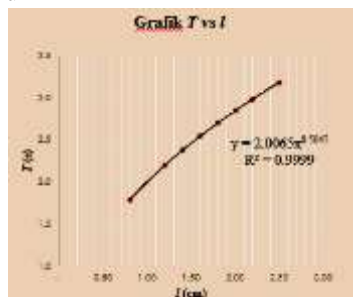
Persamaan (7) dikenal sebagai persamaan dari Hukum Ohm.

B. Hasil Eksperimen Pengujian

Hasil pengukuran pada eksperimen pengujian untuk topik pendulum dengan laboratorium virtual disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Data relasi l dan T dari eksperimen pendulum

l (cm)	T (s)
0,80	1,789
1,20	2,204
1,40	2,381
1,60	2,546
1,80	2,701
2,00	2,847
2,20	2,985
2,50	3,182



Gambar 7. Hasil analisis data

Dari hasil pencocokan data (*data fitting*) sebagaimana terlihat di Gambar 7 teruji bahwa nilai pangkat dari

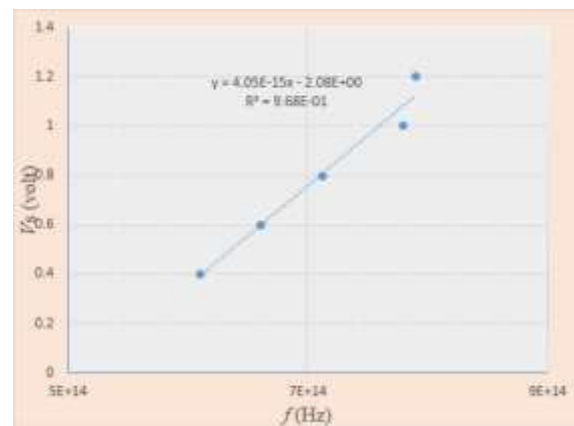
panjang tali pendulum l adalah 0,5, sehingga persamaan untuk pendulum yang diturunkan secara teoritik teruji.

C. Hasil Eksperimen Aplikasi

Hasil eksperimen aplikasi dengan laboratorium virtual untuk topik fotolistrik disajikan pada tabel 3. Sedangkan hasil analisis data dengan metode pencocokan data ke persamaan linear disajikan pada Gambar 8.

Tabel 3. Data eksperimen efek fotolistrik

No.	lamda (nm)	f (Hz)	V_s (volt)
1	380	7.89474E+14	1.20
2	385	7.79221E+14	1.00
3	421	7.12589E+14	0.80
4	454	6.60793E+14	0.60
5	492	6.09756E+14	0.40
6	528	5.68182E+14	0.20



Gambar 8. Grafik V_s terhadap f

Dari hasil analisis data diperoleh nilai konstanta Planck sebesar:

$$h = 6,6002 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

Nilai h yang diperoleh sesuai dengan baku yang telah ditetapkan.

V. KESIMPULAN

Laboratorium virtual memberi pengalaman virtual yang bermakna dalam mempelajari konsep, prinsip, dan proses sains yang penting. Melalui laboratorium virtual, peserta didik mendapat kesempatan untuk mengulangi eksperimen yang sama dengan tujuan yang berbeda. Laboratorium virtual memudahkan kegiatan eksperimen yang diarahkan pada tiga tujuan yaitu eksperimen observasional, eksperimen pengujian, dan eksperimen aplikasi. Laboratorium virtual sangat membantu dan memudahkan pembelajaran fisika untuk melatih peserta didik dalam mengembangkan keterampilan proses sains, yang di dalamnya terdapat keterampilan mendesain dan melakukan eskeprimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak The PhET Interactive Simulations project dari University of Colorado Boulder yang telah mengembangkan simulasi sebagai virtual laboratory untuk diakses dan digunakan secara bebas.

PUSTAKA

- [1] G. K. Yumusak, "Science Process Skills in Science Curricula Applied in Turkey," *J. Educ. Pract.*, vol. 7, no. 20, pp. 94–98, 2016.
- [2] M. N. Sheeba, "An Anatomy of Science Process Skills In The Light Of The Challenges to Realize Science Instruction Leading To Global Excellence in Education," *Educ. Confab*, vol. 2, no. 4, pp. 108–123, 2013.
- [3] M. M. Ratamun and K. Osman, "The Effectiveness Of Virtual Lab Compared To Physical Lab In The Mastery Of Science Process Skills For Chemistry Experiment.," *Probl. Educ. 21st Century*, vol. 76, no. 4, 2018.
- [4] M. F. Ramadhan, "Using virtual labs to enhance students thinking abilities, skills, and scientific attitudes," *International Conference on Educational Research and Innovation*, pp. 494–499, 2017.
- [5] E. Etkina, A. Van Heuvelen, D. T. Brookes, and D. Mills, "Role of Experiments in Physics Instruction — A Process Approach," *Phys. Teach.*, vol. 40, no. 6, pp. 351–355, 2002.
- [6] Ö. K. Mirçik and A. Z. Saka, "Virtual laboratory applications in physics teaching," *Can. J. Phys.*, vol. 96, no. 7, pp. 745–750, 2017.
- [7] Y. Li, "The Application of the Virtual Experiment in Physics Teaching," *International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science*, pp. 1225–1228, 2015.
- [8] A. Ranjan, "Effect of virtual laboratory on development of concepts and skills in physics," *Int. J. Tech. Res. Sci.*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2017.
- [9] C. E. Wieman, W. K. Adams, P. Loeblein, and K. K. Perkins, "Teaching Physics Using PhET Simulations," *Phys. Teach.*, vol. 48, no. 4, pp. 225–227, 2010.