

Optimalisasi Pemanfaatan Virtual Laboratory dalam Pembelajaran IPA Fisika

Optimizing the Utilization of Virtual Laboratory in Physics Science Learning

Naila Fauza^{1*}, Yennita², M. Rahmad³, Dina Syaflita⁴, M Nor⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Ilmu Pendidikan dan Keguruan, Universitas Riau

Email: nailafauza@lecturer.unri.ac.id¹, yennita@lecturer.unri.ac.id²,

m.rahmad@lecturer.unri.ac.id³, dina@lecturer.unri.ac.id⁴, mnor@lecturer.unri.ac.id⁵

*Corresponding author: nailafauza@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Salah satu contoh nyata abad ke-21 adalah penggabungan multimedia ke dalam kegiatan pembelajaran. Cara terbaik untuk mengatasi kekurangan pembelajaran, terutama dalam pembelajaran pasca-pandemi, adalah dengan menggunakan TIK dalam pendidikan, seperti eksperimen virtual. Salah satu cara teknologi pendidikan dapat yang dapat digunakan untuk memodifikasi dan menampilkan eksperimen secara lengkap adalah melalui eksperimen virtual seperti VLM (Virtual Laboratory Model) merupakan salah satu pemanfaatan teknologi pendidikan yang dapat digunakan untuk memodifikasi serta menampilkan eksperimen secara lengkap. Salah satu contoh VLM yang marak digunakan adalah PhET. Tujuan pengabdian adalah optimalisasi pemanfaatan PHET dalam pembelajaran IPA Fisika bagi Guru-guru IPA SMP Rayon I Siak. Pelaksanaan kegiatan guru- guru SMP Rayon I Siak (Kecamatan Sungai Apit, Sabak Auh, dan Tualang) sebanyak 19 orang. Kegiatan dilaksanakan di SMPN 1 Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau dari tanggal 23-24 September 2022. Pelaksanaan kegiatan teridisi dari 5 bagian yaitu metode pemodelan, pelatihan, simulasi, diskusi dan implementasi. Hasil dari kegiatan ini adalah terjadi peningkatan keterampilan dan memberikan hasil yang baik ditunjukkan dengan hasil angket dan luaran pengabdian yang tercapai. Hasil angket pelatihan virtual laboratorium PhET memudahkan guru untuk praktikum, efektif efisien dan bermanfaat dalam pembelajaran IPA Fisika.

Kata Kunci: fisika; pembelajaran; virtual laboratory

ABSTRACT

One of the concrete examples of the 21st century is the incorporation of multimedia into instructional activities. The best way to get around learning flaws, especially in post-pandemic learning, is to use ICT in education, like virtual experiments. One way educational technology can be used to modify and display complete experiments is through virtual experiments like the VLM (Virtual Laboratory Model). One example of VLM that is widely used is PhET. The purpose of the service is to optimize the use of PHET in learning Science Physics for Science Teachers at SMP Rayon I Siak. Implementation of activities for SMP Rayon I Siak (Sriya Apit, Sabak Auh, and Tualang Sub-Districts) teachers as many as 19 people. The activity was carried out at SMPN 1 Sungai Apit, Siak Regency, Riau Province from 23-24 September 2022. The implementation of the activity consisted of 5 parts, namely modeling, training, simulation, discussion and implementation methods. The result of this activity was an increase in skills and gave good results as indicated by the results of the questionnaire and the results of the service that was achieved. The results of the virtual PhET laboratory training questionnaire make it easy for teachers to practice, be effective, efficient and useful in learning Natural Science of Physics.

Keywords: learning; physics; virtual laboratory

PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan di bidang TIK, tidak dapat dipungkiri bahwa kenyataan tersebut telah memberi pengaruh yang begitu besar terhadap berbagai aspek kehidupan. Salah satunya adalah aspek pendidikan. Tuntutan global selalu berupaya menuntut penyesuaian penggunaan TIK dalam meningkatkan mutu pendidikan, terutama saat proses pembelajaran. Maraknya penggunaan multimedia dalam kegiatan pembelajaran menjadi salah satu bukti nyata di abad ke-21 saat ini (Jannah & Atmojo, 2022). Selain derasnya arus globalisasi yang berdampak besar pada adaptasi penggunaan TIK, pandemi covid-19 secara tidak langsung juga mengubah tata cara pelaksanaan berbagai sendi kehidupan seperti pendidikan.

Pemanfaatan TIK di dunia pendidikan seperti eksperimen virtual menjadi solusi terbaik dalam mengatasi ketidaksempurnaan pembelajaran, apalagi pembelajaran pasca pandemi. Melalui penerapan eksperimen virtual diharapkan mampu mengurangi verbalisme, sehingga setiap siswa dapat mengambil peran saat pembelajaran berlangsung (Nasir et al., 2017). Eksperimen virtual seperti VLM (*Virtual Laboratory Model*) merupakan salah satu pemanfaatan teknologi pendidikan yang dapat digunakan untuk memodifikasi serta menampilkan

eksperimen secara lengkap. Salah satu contoh VLM yang marak digunakan adalah PhET.

PhET menawarkan berbagai keunggulan dalam pembelajaran. Beberapa di antaranya seperti: 1) Simulasi PhET mampu memvisualisasikan dengan baik konsep materi yang bersifat abstrak ketika pembelajaran disajikan dengan metode ceramah; 2) Hasil belajar dengan menggunakan simulasi PhET lebih efektif dibandingkan dengan KIT sederhana; 3) Pembelajaran yang memanfaatkan simulasi PhET diperoleh hasil belajar yang lebih baik (Saregar, 2016). Manfaat penggunaan PhET di antaranya: 1) Mengurangi keterbatasan waktu; 2) Mengurangi hambatan geografis; 3) Ekonomis; 4) Meningkatkan kualitas eksperimen karena dapat dilakukan percobaan secara ideal; 5) Meningkatkan keamanan dan keselamatan karena siswa tidak bersentuhan langsung dengan alat sebenarnya (Ida Puspita, 2020). Selain itu, simulasi-simulasi yang terdapat di dalam PhET mudah digunakan, bersifat interaktif, dan dapat dijalankan baik secara online maupun offline (Zahara & Rahwanto, 2015).

Kesediaan guru didalam penggunaan TIK berada pada level “cukup” dan “baik.” Mengacu pada hasil temuan, guru-guru perlu memperoleh pendampingan didalam penggunaan TIK agar mereka mampu dan siap didalam penggunaan berbagai media TIK untuk

menghadapi tantangan pembelajaran pada abad 21 (Guru, 2022). Solusi yang ditawarkan adalah PHET yang dapat membantu guru dalam praktikum virtual mengatasi permasalahan laboratorium yang kurang lengkap dan tidak memadai. setiap pengguna PHET diberi kebebasan dalam mengambil peran. Pengguna akan menjadi lebih aktif, berpikir kritis, juga kreatif, karena dapat menyinkronkan antara laboratorium maya dengan praktikum di laboratorium secara nyata (Zahara & Rahwanto, 2015). Sebagai media pembelajaran, PhET dapat diklasifikasikan ke dalam jenis simulasi atau media berbasis komputer. Media pembelajaran dalam bentuk virtual penting disosialisasikan kepada guru. Guru harus kreatif dan inovatif dalam pembelajaran terutama pembelajaran IPA yang membutuhkan praktikum. Alat praktikum yang kurang memadai menjadi kendala guru dalam pembelajaran IPA. Optimalisasi dalam aspek kreatif, efisiensi dan efektivitas media PHET dalam pembelajaran. Maka dari itu, diperlukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat optimalisasi pemanfaatan PHET dalam pembelajaran IPA Fisika bagi Guru-guru IPA SMP Rayon I Siak.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan kegiatan berupa pelatihan pemanfaatan Virtual Laboratorium yaitu aplikasi Phet bagi guru- guru SMP Rayon I Siak (Kecamatan Sungai Apit, Sabak Auh, dan

Tualang) sebanyak 19 orang. Kegiatan ini adalah hibah program kemitraan masyarakat Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Keguruan Universitas Riau dilaksanakan di SMPN 1 Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau dari tanggal 23-24 September 2022. Kegiatan ini melibatkan 5 orang dosen sebagai pemateri dan 5 orang mahasiswa sebagai pemdamping. Pelaksanaan kegiatan teridisi dari 5 bagian yaitu metode pemodelan, pelatihan, simulasi, diskusi dan implementasi.

Kegiatan dalam tahap pemodelan:

- a. Mengenalkan fitur-fitur dan berbagai jenis eksperimen yang ada pada laboratorium virtual PhET yang dapat digunakan guru sebagai alternatif pilihan eksperimen untuk kondisi darurat ataupun minim alat dan bahan praktikum.
- b. Mendemonstrasikan bagaimana cara menggunakan eksperimen virtual pada PhET.

Kegiatan dalam tahap pelatihan sebagai berikut :

- a. Pelatihan bertujuan untuk mengenalkan guru-guru dengan eksperimen virtual menggunakan PhET.
- b. Pelatihan ini digunakan untuk mengajar guru untuk pengalaman bagaimana menggunakan percobaan virtual PhET.

Kegiatan Simulasi dalam kegiatan ini bertujuan untuk melatih guru-guru

menggunakan aplikasi PhET sehingga guru-guru menjadi lebih familiar dan terampil menggunakan aplikasi ini. Diskusi dilakukan sebelum dan sesudah pelaksanaan pelatihan. Diskusi dilakukan sebelum dan sesudah pelatihan. Diskusi yang dilakukan sebelum kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan masukan dari para guru mengenai permasalahan yang sering muncul pada saat melaksanakan pembelajaran eksperimen. Selesai kegiatan, diadakan diskusi untuk membahas isu-isu yang muncul selama pemodelan, simulasi, dan pelatihan yang semuanya berguna untuk menemukan solusi atas isu-isu yang muncul selama kegiatan dan mendapatkan umpan balik tentang bagaimana melanjutkan pelatihan. aktivitas. Terakhir adalah kegiatan implementasi, dimana guru-guru menggunakan phet dalam kelas di sekolah masing-masing dengan merekam video pembelajaran untuk dilaporkan kepada pemateri. Selanjutnya guru yang telah menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan dari awal hingga akhir mendapatkan sertifikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan yang dilakukan meliputi kegiatan pemodelan, pelatihan, simulasi, diskusi dan implementasi. Kegiatan pemodelan, peserta dipandu dibantu dengan panduan menggunakan virtual laboratory PhET. Selain buku panduan, narasumber berperan dalam

kegiatan permodelan ini. Narasumber dibantu mahasiswa membantu mengenalkan fitur-fitur dan berbagai jenis eksperimen yang ada pada laboratorium virtual PhET yang dapat digunakan guru sebagai alternatif pilihan eksperimen untuk kondisi darurat ataupun minim alat dan bahan praktikum. Selanjutnya mendemonstrasikan bagaimana cara menggunakan eksperimen virtual pada PhET secara langsung menggunakan proyektor. Berikut buku panduan yang telah disusun oleh tim pengabdian



Gambar 1: Tampilan Cover dan Sampel Isi Panduan kegiatan

Kegiatan Pelatihan bertujuan untuk mengenalkan guru-guru dengan eksperimen virtual menggunakan PhET. Eksperimen yang dicobakan meliputi tekanan hidrostatis, massa jenis, hukum ohm, rangkaian seri, rangkaian paralel dan sumber energi alternatif. Melalui Lembar Kerja yang telah di susun oleh tim pengabdian, para peserta pelatihan melakukan eksperimen virtual.

Pelatihan ini digunakan untuk mengajar guru berpengalaman bagaimana menggunakan percobaan virtual PhET. Kegiatan Pelatihan dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 2: Kegiatan Pelatihan *Virtual Laboratory*

Simulasi dalam kegiatan ini bertujuan untuk melatih guru-guru menggunakan aplikasi PhET sehingga guru-guru menjadi lebih familiar dan terampil. Harapannya aplikasi ini dapat digunakan guru dalam pembelajaran eksperimen dimana di sekolah tersebut alat dan bahan eksperimen masih minim; alat eksperimen sulit diperoleh dan mahal, ataupun dalam kondisi darurat tertentu. Sebelum dan sesudah pelatihan dilaksanakan, dilakukan diskusi. Diskusi yang dilakukan sebelum kegiatan dilaksanakan adalah untuk mendapatkan masukan dari guru mengenai

permasalahan yang sering muncul pada saat melaksanakan pembelajaran eksperimen atau mempraktekkan eksperimen pembelajaran. Diskusi yang dilakukan mengikuti kegiatan dimaksudkan untuk membicarakan masalah yang muncul selama pemodelan, simulasi, dan pelatihan—yang semuanya berguna untuk menemukan solusi atas masalah yang muncul selama kegiatan—dan untuk mendapatkan umpan balik setelah kegiatan pelatihan selesai. Mengetahui seberapa reflektif kegiatan ini. Penyebaran kuisisioner kepada 19 peserta workshop merupakan kegiatan refleksi. Hasil kuisisioner akan dihitung untuk menilai perkembangan keterampilan lab virtual PhET.

Kegiatan dilanjutkan dengan memberikan implementasi *virtual Laboratory* bersama peserta didiknya di sekolah masing-masing. Untuk memudahkan kegiatan terbimbing pada kegiatan ini dibuat *WhatsApp Group*, bila ada satu guru yang bertanya, maka guru-guru lain juga dapat ilmunya. Disamping itu para instruktur juga membolehkan peserta untuk menghubungi langsung, bila dibutuhkan. Selanjutnya peserta melanjutkan pengembangan. Sebagai bentuk luaran kegiatan mandiri para guru peserta wajib mengupload video implementasi virtual lab ke media Youtube. Salah satu karya yang di Implementasi oleh guru SMPN 4 Sei Apit oleh Ibu Maizura dapat di lihat di youtube pada link <https://www.youtube.com/watch?v=HluWeN>

1. Tangkapan layar terdapat pada gambar 3 berikut



Gambar 3: Tangkapan Layar Youtube Implementasi di SMPN 3 Sei Apit

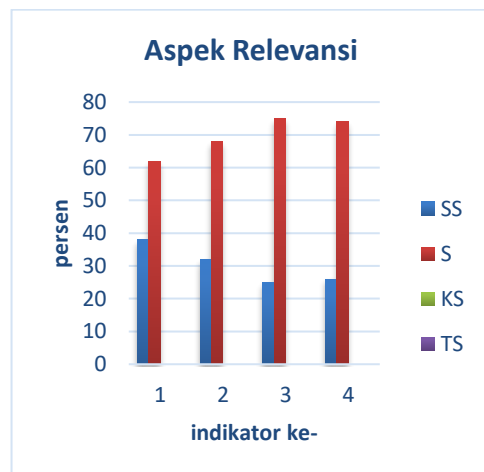
Seluruh rangkaian kegiatan workshop penggunaan virtual Laboratory ini berdurasi 32 jam pelajaran. Kepada para guru yang memenuhi persyaratan ini diberikan sertifikat yang dapat juga digunakan sebagai kum untuk keperluan tertentu, seperti pengusulan kenaikan pangkat dan lain-lain

Gambaran bahwa kegiatan ini telah berlangsung dengan hasil yang baik yaitu keterampilan dalam menggunakan laboratorium virtual telah meningkat, diperoleh berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan selama kegiatan ini dan pada akhir kegiatan. Hal ini ditunjukkan bahwa:

1. Dalam keikutsertaannya dalam seluruh kegiatan, para peserta pelatihan tampak antusias, bersemangat, dan penuh

perhatian. Terbukti bahwa 19 peserta pelatihan mengikuti kegiatan dari awal hingga akhir.

2. Para peserta pada umumnya telah mampu mengimplementasikan virtual lab di sekolahnya masing-masing dimana 12 peserta dari 19 orang peserta mengupload video pembelajaran di youtube
3. Setelah menyelesaikan kegiatan ini, semua peserta melaporkan memperoleh pengetahuan, pemahaman, kemampuan, dan keterampilan baru tentang penggunaan virtual lab melalui angket yang terdiri dari 5 aspek yaitu relevansi, kemudahan, efektivitas dan efisiensi, kebermanfaatan serta keberlanjutan tampak pada grafik berikut :



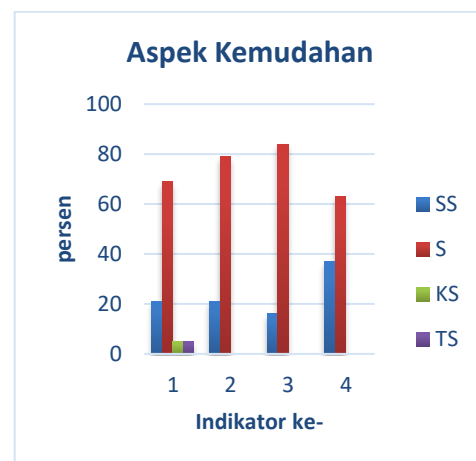
Gambar 4: Hasil Angket Relevansi Pemanfaatan Virtual Lab PhET Dalam Pengajaran IPA SMP

Keterangan Indikator ke:

1. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET mendukung implementasi kurikulum yang berlaku
2. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET sesuai dengan materi ajar SMP/MTS
3. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET sesuai dengan tingkat perkembangan usia siswa SMP/MTS
4. Tujuan pembelajaran yang akan dicapai menggunakan lab virtual PhET tampak jelas dalam kegiatan

Berdasarkan gambar 4.4 seluruh peserta mendukung dan setuju bahwa virtual laboratorium virtual PhET mendukung implementasi kurikulum. Laboratorium virtual dapat meningkatkan keterampilan siswa (Ramadhani et al., 2021). Kurikulum merdeka mendukung siswa untuk pembelajaran meningkatkan keterampilan berupa project learning. Dimana project based learning mendukung kurikulum merdeka (Nugrohadhi & Anwar, 2022). Pembelajaran IPA berbasis virtual laboratotium sesuai dengan materi ajar SMP/MTs. Materi yang diajarkan adalah tekanan hidrostatik dalam materi tekanan. Rangkaian seri paralel dan hukum ohm dalam materi listrik dinamis dan sumber energi alternatif dalam materi usaha dan energi. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual

sesuai dengan perkembangan usia siswa karena usia 12-16 tahun ketertarikan siswa terhadap kemajuan teknologi informasi sangat tinggi sehingga dengan adanya virtual lababratorium menggunakan PhET siswa tertarik dalam mengoperasikan tools yang tersedia di PhET. Tujuan pembelajaran tampak jelas dalam lembar kerja yang telah disusun tim pengabdi berbasis virtual Laboratorium PhET. Tujuan pembelajaran sesuai dengan Indiktor pembelajaran yang dikembangkan oleh guu SMP/MTs. Berikutnya hasil angket kemudahan dalam pemanfaatan Virtual Laboratorium dalam pembelajaran IPA dapat dilihat di Gambar 5 berikut:



Gambar 5: Hasil Angket Kemudahan Pemanfaatan Virtual Lab PhET Dalam Pengajaran IPA SMP

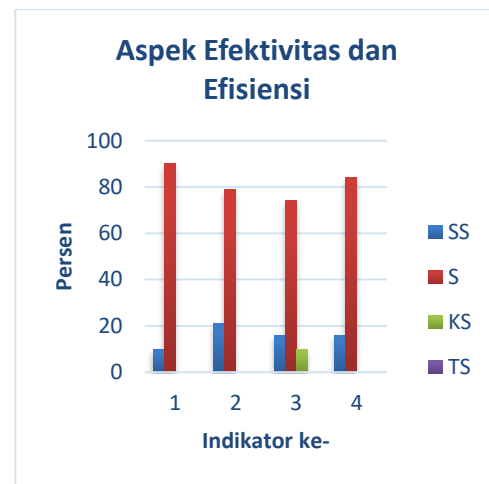
Keterangan Indikator ke:

1. Siswa mudah mengoperasikan simulasi lab virtual PhET dalam pembelajaran IPA

2. Guru mudah mengoperasikan lab virtual PhET dalam pengajaran IPA
3. Skenario atau rencana pembelajaran lab virtual PhET mudah disiapkan
4. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET, lebih memudahkan siswa memahami konsep IPA

Sebagian besar guru dan siswa berpendapat mudah menggunakan dan mengoperasikan virtual laboratorium PhET karena fitur-fitur dalam PhET mudah dioperasikan. PhET memiliki animasi yang menimbulkan interaksi seperti interaksi nyata dengan pengguna. PhET interaktif dan visualisatif dalam pengerjaannya sehingga mampu meningkatkan kemampuan abstraksi fisika (Diraya et al., 2021). Virtual laboratorium PhET dapat diintegrasikan dalam pembelajaran dan mudah dipersiapkan. Implementasi PhET dalam pembelajaran banyak dilakukan oleh peneliti dalam penelitian. Hasil penelitian menyatakan bahwa hasil belajar IPA di SMPN 3 Dua Pitoe meningkat signifikan dibandingkan sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran PhET (Smp et al., 2022). Selain itu, media Simulasi PhET efektif meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa XI MIPA SMAN Brang Rea (Sari et al., 2022). Selanjutnya hasil angket efektivitas dan efisiensi dalam pemanfaatan

virtual laboratorium PhET dalam pengajaran IPA terlihat di Gambar 4.5 berikut:



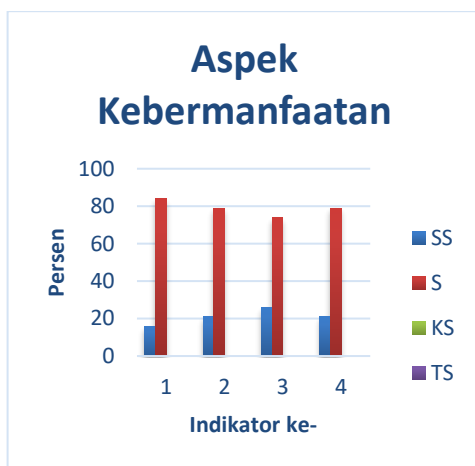
Gambar 4.5 Hasil Angket Efektivitas dan Efisiensi Pemanfaatan Virtual Lab PhET Dalam Pengajaran IPA SMP

Keterangan Indikator ke

1. Pembelajaran IPA SMP/MTS berbasis lab virtual PhET akan dapat diikuti dengan baik oleh siswa SMP/MTS
2. Tujuan Pembelajaran akan mudah dicapai menggunakan pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET
3. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET tidak menghabiskan banyak waktu (efisien)
4. Pengelolaan kelas dalam pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET dapat dilakukan dengan baik

Berdasarkan gambar 4.5 Pembelajaran IPA menggunakan PhET dapat diikuti dengan baik oleh siswa. Proses pembelajaran tidak menghabiskan banyak waktu dan tenaga (Defianti et al., 2021). PhET praktis digunakan hanya dengan

membuka browser di laptop atau gadget masing-masing. Siswa dan guru tidak perlu menyediakan waktu untuk persiapan alat dan bahan seperti praktikum nyata. Pengelolaan kelas dapat dilakukan dengan baik sehingga tujuan pembelajaran tercapai (Fauza, 2021). Proses pembelajaran yang baik akan menghasilkan hasil yang baik pula. Selanjutnya hasil angket kebermanfaatan PhET dapat dilihat dalam gambar 6 berikut :



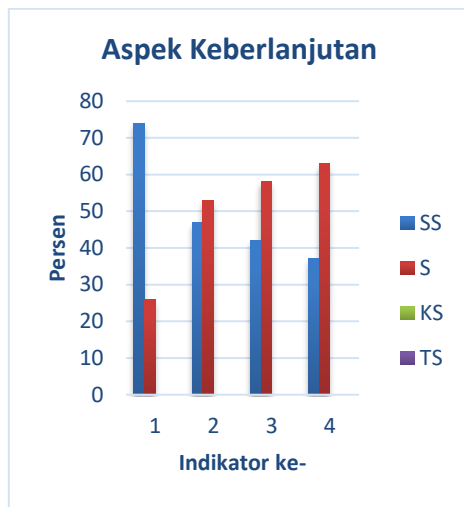
Gambar 6: Hasil Angket Kebermanfaatan Virtual Lab PhET Dalam Pengajaran IPA SMP

Keterangan Indikator ke-

1. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET lebih bermakna bagi siswa
2. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET lebih memotivasi siswa untuk belajar IPA
3. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET dapat mengakomodir gaya belajar siswa (audio, visual, dan kinestetik)

4. Pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET memberikan metode yang bervariasi dalam mengajar

Berdasarkan angket pada gambar 4.6, 82% peserta setuju bahwa pembelajaran IPA berbasis virtual lab PhET lebih bermakna bagi siswa karena siswa langsung berinteraksi dengan simulasi dan PhET merupakan salah satu media interaktif. 78% setuju bahwa Virtual Lab PhET dapat memotivasi siswa untuk pembelajaran IPA dibantu dengan panduan atau lembar kerja (Mahardika et al., 2022). Apalagi situasi pandemi covid-19 siswa sulit melakukan praktikum (Fauza et al., 2020). Dengan adanya virtual laboratorium siswa lebih termotivasi untuk praktikum. Gaya belajar visual cenderung lebih tampak dalam virtual lab PhET ini. Siswa melihat simulasi secara langsung dan visualisasi untuk menemukan konsep fisika. Dalam gerakan simulasi gaya belajar kinestetik muncul, siswa bebas melakukan gerakan dengan fitur yang tersedia di PhET. Berikutnya metode yang bervariasi dapat dilakukan dalam pembelajaran menggunakan virtual laboratorium diantaranya metode simulasi, metode eksperimen, metode tanya jawab, diskusi, ceramah dan lain-lain. Berikut angket keberlanjutan workshop virtual lab dalam pembelajaran IPA terlihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7: Hasil Angket Keberlanjutan Workshop Virtual Lab PhET Dalam Pengajaran IPA SMP.

Keterangan Indikator ke-

1. Workshop pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET memberikan saya pemahaman dan keterampilan
2. Workshop pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET memberikan semangat bagi saya untuk melaksanakan pembelajaran tersebut
3. Workshop pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET memberikan ide bagi saya untuk materi IPA lainnya
4. Jika ada kendala dalam implementasi pembelajaran IPA berbasis lab virtual PhET, saya akan bertanya ke Tim Pelatih

Berdasarkan gambar 4.7 peserta mendapatkan ide, pemahaman dan keterampilan dalam workshop optimalisasi virtual lab. Peserta berharap terdapat keberlanjutan pelatihan yang akan datang. Selanjutnya peserta dapat mengimplementasikan di kelas masing-masing.

Optimalisasi dalam aspek kreatif, efisiensi dan efektivitas media PHET dalam pembelajaran. Aspek kreatif ditunjukkan bahwa guru telah mengimplementasikan hasil workshop virtual lab PhET di sekolah masing-masing. 12 orang dari seluruh peserta 19 orang telah mengirimkan bukti implementasi video pembelajaran melalui *youtube*. Aspek efektif dan efisien ditunjukkan bahwa media virtual lab PhET tidak menghabiskan banyak waktu dan mudah diimplementasikan di kelas.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengabdian kepada masyarakat optimalisasi virtual lab PhET bagi guru SMP IPA Rayon 1 Kabupaten Siak terjadi peningkatan keterampilan dan memberikan hasil yang baik ditunjukkan dengan hasil angket dan luaran pengabdian yang tercapai. Hasil angket pelatihan virtual laboratorium PhET memudahkan guru untuk praktikum, efektif efisien dan bermanfaat dalam pembelajaran IPA Fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Defianti, A., Hamdani, D., & Syarkowi, A. (2021). Penerapan Metode Praktikum Virtual Berbasis Simulasi Phet Berbantuan Guided-Inquiry Module Untuk Meningkatkan Pengetahuan Konten Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(1), 47. <https://doi.org/10.23887/jjpf.v11i1.33288>
- Diraya, I., Budiyo, A., Triastutik, M., Madura, I., Ponpes, J., Ulum, M., & Pamekasan, B. (2021). Contribution of Virtual Lab Phet Simulation to Help

- Basic Physics Kontribusi Virtual Lab Phet Simulation untuk Membantu Praktikum. *Jurnal Phenomenon*, 11(1), 45–56.
- Fauza, N. (2021). *Student ' s Perception in Virtual Experiment using PheT Simulation*.
- Fauza, N., Ernidawati, E., & Syaflita, D. (2020). Difficulty Analysis of Physics Students in Learning Online During Pandemic Covid-19. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 49. <https://doi.org/10.31258/jgs.8.1.49-54>
- Guru, K. (2022). *English Teachers ' Readiness In Ict Applications For 21 St Century Learning English Lecturer , Universitas Lancang Kuning , Pekanbaru , Indonesia Abstrak*. 6(1), 20–30. <https://doi.org/10.35931/am.v6i1.835>
- Ida Puspita. (2020). PhET Application Program: Strategi Penguatan Pemahaman Pembelajaran Jarak Jauh pada Materi Radiasi Benda Hitam melalui Percobaan Berbantu Lab Virtual dan Media Sosial. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 5(1), 57–68. <https://doi.org/10.14421/jpm.2020.51-07>
- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064–1074. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>
- Mahardika, H. C., Ismawati, R., & Rahayu, R. (2022). *Penerapan lkpdb berbantuan simulasi phet untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif IPA peserta didik SMP*. 39, 61–69.
- Nasir, M., Ma, Z., & Pekanbaru, D. I. S. (2017). Application of Virtual Simulation Media To Increasing Mastery of Concept Dynamic Electric Through Contextual Learning in Sman 4 Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*, 1–10.
- Nugrohadi, S., & Anwar, M. T. (2022). Pelatihan Assembler Edu untuk Meningkatkan Keterampilan Guru Merancang Project-based Learning Sesuai Kurikulum Merdeka Belajar. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran*, 16(1), 77–80.
- Ramadhani, P., Farma, S. A., Fuadiyah, S., & Yogica, R. (2021). Laboratorium Virtual sebagai Langkah Memaksimalkan Skill Keterampilan Siswa. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 1, 791–798.
- Saregar, A. (2016). Pembelajaran Pengantar Fisika Kuantum dengan Memanfaatkan Media Phet Simulation dan LKM Melalui Pendekatan Saintifik: Dampak pada Minat dan Penguasaan Konsep Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 53–60. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.105>
- Sari, W. P., Sahidu, H., & Harjono, A. (2022). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 995–1000. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.437>
- Smp, V. I. I., Dua, N., & Kalosi, P. (2022). *Jurnal ipa terpadu*. 6(1), 102–108.
- Zahara, S. R., & Rahwanto, A. (2015). *Pengaruh Penggunaan Media Komputer Berbasis Simulasi Physics Education Technology (Phet) Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Statis*. 03(01), 251–258.