

**PENINGKATAN KEAKTIFAN BELAJAR MENGGUNAKAN MEDIA VIRTUAL
LABOTATORIUM *PhET SIMULATION* DALAM PEMBELAJARAN FISIKA
MATERI RANGKAIAN ARUS SEARAH PADA PESERTA DIDIK KELAS XII**

Larashati¹, Supardi U. S²

Universitas Indrapasta PGRI Fakultas Pascasarjana Pendidikan MIPA^{1,2}

e-mail: larashati34@guru.sma.belajar.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi pendidikan mendorong inovasi pembelajaran, salah satunya melalui penggunaan laboratorium virtual seperti *PhET simulation* untuk mengatasi keterbatasan alat praktikum fisika di sekolah. Media ini memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen secara interaktif guna memahami konsep listrik, khususnya hubungan antara arus dan tegangan, dengan lebih konkret. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan untuk meningkatkan ketuntasan belajar peserta didik pada materi Rangkaian Arus Searah. Penelitian Tindakan Kelas (PTK) ini dilaksanakan dalam 3 siklus dengan tahapan perencanaan, tindakan, observasi dan refleksi. Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XII MIPA 1 di SMA Negeri 1 Tenjo dengan jumlah 36 orang peserta didik. Pengumpulan data melalui lembar observasi dan tes. Data dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk table dan grafik. Data kuantitatif berupa hasil tes yang diberikan di akhir pembelajaran, kemudian dilakukan analisis terhadap persentase keaktifan belajar yang dicapai peserta didik. Adapun hasil analisis data terdapat peningkatan ketuntasan pada siklus II. Pada siklus I keaktifan belajar di kelas sebesar 69 % dan Siklus II diperoleh keaktifan belajar 85% serta siklus 3 adalah 92%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media virtual laboratorium *PhET simulation* pada materi Rangkaian Arus Searah dapat meningkatkan keaktifan belajar peserta didik. Penerapan model *Discovery Learning* dengan bantuan *PhET simulation* terbukti efektif, ditandai dengan peningkatan keaktifan pada setiap siklus pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa media simulasi virtual dapat menjadi alternatif yang tepat untuk mendukung pembelajaran fisika di tengah keterbatasan alat praktikum.

Kata Kunci: *PhET simulation, Virtual Laboratorium, Rangkaian Arus Searah, Keaktifan Belajar.*

ABSTRACT

Advancements in educational technology have driven innovations in learning, including the use of virtual laboratories such as PhET simulation to overcome the limitations of physics laboratory equipment in schools. This media allows students to conduct interactive experiments to better understand electrical concepts, particularly the relationship between current and voltage, in a more concrete manner. This research is a Classroom Action Research (CAR) which aims to improve students' learning completeness in Direct Current Circuit material. This Classroom Action Research (CAR) was carried out in 3 cycles with stages of planning, action, observation and reflection. The subjects in this study were class XII MIPA 1 students at SMAN 1 Tenjo with a total of 36 students. Data collection through observation sheets and tests. Data were analyzed descriptively and presented in the form of tables and graphs. Quantitative data in the form of test results given at the end of learning, then an analysis was carried out on the percentage of learning activity achieved by students. The results of the data analysis showed an increase in completeness in cycle II. In cycle I, learning activity in class was 69% and cycle II obtained learning activity of 85% and cycle 3 was 92%. The results of the study show that the use of the PhET simulation virtual laboratory in the topic of Direct Current Circuits can enhance Copyright (c) 2025 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan

students' learning engagement. The application of the Discovery Learning model with the support of PhET simulation proved effective, as indicated by increased student engagement in each learning cycle. These findings suggest that virtual simulation media can serve as an appropriate alternative to support physics learning amid limited access to laboratory equipment.

Keywords: *PhET simulation, Virtual Laboratory, Direct Current Circuit, Learning Activity.*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam bidang pendidikan telah menghadirkan berbagai inovasi dalam metode pembelajaran, salah satunya adalah penggunaan media virtual laboratorium. Media ini menjadi solusi alternatif terhadap keterbatasan alat dan ruang dalam kegiatan praktikum, khususnya dalam pembelajaran fisika. Materi seperti Rangkaian Arus Searah menuntut pemahaman konsep melalui pengalaman langsung, seperti eksperimen dan visualisasi, agar peserta didik dapat memahami materi secara lebih konkret (Sutopo & Herlanti, 2020). Sayangnya, keterbatasan fasilitas laboratorium di banyak sekolah menyebabkan keterbatasan peserta didik dalam melakukan eksperimen fisika secara langsung.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penggunaan media berbasis teknologi seperti *PhET simulation* menjadi pilihan yang efektif. *PhET simulation* merupakan laboratorium virtual interaktif yang memungkinkan siswa membangun, mengamati, dan menginterpretasikan berbagai rangkaian listrik secara digital. Media ini mendukung model pembelajaran *Discovery Learning* yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam menemukan konsep melalui eksplorasi. Penelitian Halim et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan *PhET simulation* dapat meningkatkan keaktifan belajar peserta didik karena mereka terlibat secara langsung dalam kegiatan eksploratif yang menarik dan fleksibel. Selain itu, simulasi ini juga membantu siswa memahami konsep abstrak secara visual, sehingga proses kognitif mereka menjadi lebih optimal.

Lebih lanjut, teori konstruktivisme yang dikembangkan oleh Piaget dan diperkuat oleh Vygotsky menjadi dasar penting dalam penggunaan media virtual seperti *PhET simulation*. Teori ini menyatakan bahwa peserta didik membangun pengetahuan melalui pengalaman aktif dan interaksi dengan lingkungan belajar (Vygotsky, dalam Woolfolk, 2021). Media simulasi menyediakan ruang yang memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen mandiri, mencoba berbagai kemungkinan, dan merefleksikan hasilnya. Semua ini berkontribusi pada peningkatan keaktifan dan keterlibatan belajar. Menurut Yuliati et al. (2022), penggunaan teknologi simulasi dalam pembelajaran fisika tidak hanya meningkatkan keaktifan, tetapi juga mampu membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam karena siswa dapat memanipulasi variabel secara langsung dan melihat dampaknya secara instan. Salah satu media yang dapat digunakan adalah *PhET simulation*, sebuah platform simulasi interaktif yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara virtual tanpa keterbatasan alat dan ruang fisik. *PhET simulation* dapat diakses secara online melalui perangkat HP, tablet, laptop, maupun komputer. *Physics Educational Technology* (PhET) menciptakan simulasi interaktif dengan tujuan untuk memanfaatkan media komputer dalam pembelajaran. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PhET efektif dalam meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika. Permana dan Nur (2023) menemukan bahwa siswa yang menggunakan PhET menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep hukum Newton. Sementara itu, Hidayat dan Rahmawati (2023) melaporkan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran energi dapat meningkatkan partisipasi aktif siswa di kelas.

Laboratorium virtual berupa simulasi PhET merupakan situs yang menyediakan simulasi pembelajaran Fisika untuk kepentingan pengajaran di kelas maupun secara individu. Penggunaan PhET juga dinilai mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dan meningkatkan

hasil belajar dalam konteks pembelajaran sains secara digital. Sari et al. (2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan PhET dalam pembelajaran listrik dinamis tidak hanya meningkatkan hasil belajar siswa, tetapi juga membantu guru dalam menjelaskan konsep abstrak secara lebih konkret dan visual. Hal ini sejalan dengan temuan Dasmo et al., (2020) yang menunjukkan bahwa simulasi PhET dapat menjadi media alternatif yang efektif dalam eksperimen Fisika karena mampu menggantikan peran laboratorium fisik, terutama dalam kondisi keterbatasan alat dan bahan.

Lebih lanjut, Yuafi (2015) mengungkapkan bahwa penerapan media PhET Simulation pada pembelajaran kelistrikan secara signifikan berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa, khususnya pada kompetensi dasar yang berkaitan dengan penerapan rangkaian listrik. Sementara itu, Rivaldo et al. (2019) dalam penelitiannya menambahkan bahwa penggunaan media berbasis simulasi seperti PhET mampu menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan meningkatkan partisipasi aktif mereka dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, integrasi PhET Simulation dalam pembelajaran Fisika tidak hanya menjadi solusi atas keterbatasan praktikum di sekolah, tetapi juga menjadi sarana inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran Fisika melalui pemanfaatan media virtual laboratorium *PhET simulation*. Kegiatan penelitian akan dilakukan dalam bentuk penelitian tindakan kelas dengan judul "*Peningkatan Keaktifan Belajar Menggunakan Media Virtual Laboratorium PhET simulation dalam Pembelajaran Fisika Materi Rangkaian Arus Searah pada Peserta Didik Kelas XII*." Fokus penelitian ini adalah mendeskripsikan proses penerapan media tersebut serta mengamati dampaknya terhadap keaktifan belajar peserta didik dalam memahami materi Rangkaian Arus Searah.

Penelitian ini diarahkan untuk menjawab dua pertanyaan utama, yaitu: bagaimana penerapan media virtual laboratorium *PhET simulation* dapat meningkatkan keaktifan belajar peserta didik pada materi Rangkaian Arus Searah di kelas XII SMAN 1 Tenjo, dan sejauh mana peningkatan keaktifan belajar tersebut terjadi setelah media tersebut diterapkan dalam pembelajaran Fisika. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai inovasi pembelajaran bagi guru, menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan bermakna bagi peserta didik, serta mendorong pengembangan proses pembelajaran yang lebih efektif di lingkungan sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang mengadopsi model perencanaan dari Kemmis dan Mc. Taggart. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Tenjo dengan subjek sebanyak 36 siswa dari kelas XII MIPA 1. Fokus penelitian ini adalah keaktifan belajar peserta didik selama proses pembelajaran. Pada tahap perencanaan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran serta menyiapkan instrumen penelitian, yaitu lembar observasi keaktifan siswa, pedoman wawancara, dan dokumentasi. Tahap tindakan dilaksanakan dengan menerapkan media *PhET simulation* dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan skenario yang telah dirancang.

Selanjutnya, pada tahap observasi, peneliti mengamati aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung menggunakan lembar observasi, serta melakukan wawancara untuk memperoleh data pendukung terkait keaktifan belajar siswa. Tahap terakhir yaitu refleksi dilakukan dengan menganalisis hasil observasi dan wawancara untuk mengevaluasi efektivitas tindakan serta merencanakan perbaikan pada siklus berikutnya. Pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi, wawancara, serta dokumentasi. Data yang terkumpul dianalisis Copyright (c) 2025 EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan

secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna menggambarkan perubahan keaktifan belajar peserta didik dari satu siklus ke siklus selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil observasi terhadap penerapan media virtual laboratorium *PhET simulation* dalam pembelajaran metode praktikum dapat dilihat pada diagram berikut:

Tabel 1. Perbandingan Hasil Observasi Keaktifan Belajar Siswa Menggunakan media Virtual Laboratorium *PhET simulation* siklus I dan siklus II dan siklus III

Keaktifan Belajar Peserta Didik Menggunakan Media Virtual Laboratorium <i>PhET simulation</i>		
Siklus I	Siklus II	Siklus III
67,50%	85,00%	92,00 %
Kurang Aktif	Aktif	Sangat Aktif

Berdasarkan tabel di atas persentase hasil observasi keaktifan belajar siswa menggunakan media virtual laboratorium *PhET simulation* pada siklus I masih 67,50% dengan kategori kurang aktif, sedangkan pada siklus II mencapai 85,00% dengan kategori Aktif dan pada siklus ke III mencapai 92,00% dengan kategori Sangat Aktif. Berdasarkan hasil observasi, penggunaan media virtual laboratorium PhET simulation menunjukkan adanya peningkatan keaktifan belajar siswa dari siklus I ke siklus II sebesar 12,50%. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil evaluasi yang dilakukan pada masing-masing siklus. Selanjutnya, keaktifan belajar siswa kembali mengalami peningkatan dari siklus II ke siklus III sebesar 13,00%, sebagaimana ditunjukkan pada data berikut.

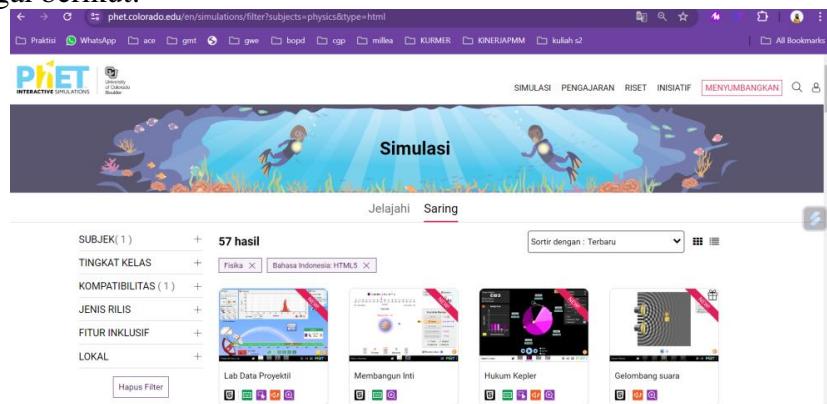
Tabel 2. Data Hasil Evaluasi Peserta Didik Siklus 1, 2 dan 3

Keterangan	Nilai		
	Siklus I	Siklus II	Siklus III
Jumlah	1880	2599	2890
Rata-rata	52.22	72.19	80.28
Nilai Tertinggi	80	90	97
Tuntas KKM	6	24	34
Belum tuntas KKM	30	12	2
Presentase KKM	16.67 %	66.67 %	94.44 %

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran Fisika yang menggunakan media virtual laboratorium PhET simulation menunjukkan peningkatan. Rata-rata nilai peserta didik naik dari 52,22 pada siklus I menjadi 72,19 pada siklus II, dan kemudian meningkat lagi menjadi 80,28 pada siklus III. Dari data tersebut, peserta didik yang mencapai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimum) pada siklus I berjumlah 6 siswa atau 16,67%. Pada siklus II terjadi peningkatan signifikan menjadi 24 siswa atau 66,67% yang berhasil memenuhi KKM. Selanjutnya, pada siklus III jumlah peserta didik yang lulus KKM meningkat lagi menjadi 34 siswa atau 94,44%. Hasil belajar klasikal pada siklus III telah mencapai indikator keberhasilan karena persentase ketuntasan belajar individual ≥ 65 meningkat secara signifikan.

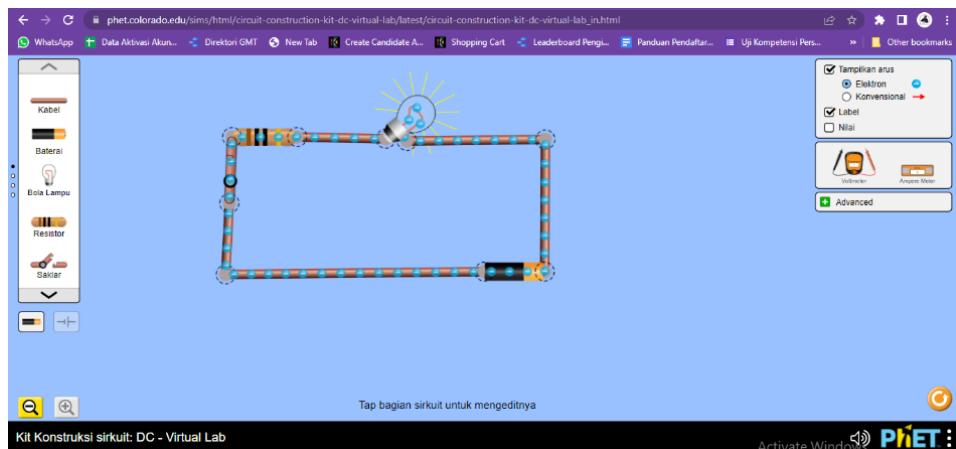
Pembahasan

Berdasarkan pelaksanaan tindakan yang dilakukan selama 3 siklus dengan total 6 pertemuan, diperoleh data menunjukkan adanya peningkatan keaktifan belajar siswa. Peningkatan ini terjadi melalui penerapan model pembelajaran *Discovery Learning*, media virtual laboratorium *PhET simulation*. Untuk membuka halaman simulasi mata Pelajaran Fisika, Peserta didik dan guru dapat mengakses link berikut <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html> sehingga tampil halaman sebagai berikut:



Gambar. 1 Tampilan Awal Virtual Lab *Phet Simulation*

Sedangkan untuk membuka halaman lab virtual pada materi Listrik Arus Searah, peserta didik dan guru dapat mengakses web dengan alamat berikut <https://phet.colorado.edu/in/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>. Maka akan tampil halaman seperti gambar di bawah ini:



Gambar2. Tampilan Simulasi Phet Untuk Materi Rangkaian Arus Searah

Media simulasi PhET sangat mendukung guru dalam menjelaskan berbagai konsep fisika secara interaktif. Dengan menampilkan fenomena yang sulit diamati secara langsung, media ini mampu meningkatkan minat dan rasa ingin tahu siswa. Penelitian oleh Azizaturrehda et al. (2019) menguatkan hal tersebut dengan menyatakan bahwa penggunaan PhET bersama model pembelajaran inkuiiri terbimbing dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses sains, serta minat belajar siswa. Hal ini disebabkan media simulasi PhET menyajikan ilustrasi yang menarik dan menyenangkan sehingga mampu meningkatkan minat belajar siswa secara signifikan. Media simulasi PhET sangat tepat digunakan dalam model *Discovery Learning*

dengan berbagai pendekatan yang beragam. Sebagaimana yang ditemukan dalam penelitian oleh Eveline et al. (2019), pendekatan Scaffolding yang dibantu oleh simulasi PhET dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa, di mana siswa menjadi lebih aktif dalam mencari pengetahuan serta berinteraksi dengan teman-teman selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, hasil penelitian Aprilia et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media virtual PhET dalam pembelajaran jarak jauh melalui Zoom dapat meningkatkan kemampuan HOTS siswa SMA dengan tingkat peningkatan yang tergolong sedang.

Berdasarkan penelitian Maulina & Kustijono (2017) didapatkan hasil bahwa pembelajaran menggunakan media PhET lebih efektif dalam praktik daripada mengandalkan praktikum nyata. Hal ini disebabkan karena media visual memungkinkan siswa untuk lebih aktif merepresentasikan materi yang dipelajarinya dan juga memungkinkan guru untuk lebih mudah memberikan makna serta bentuk pembelajaran yang disampaikan. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Muzana et al. (2021) yang menyebutkan bahwa penggunaan simulasi PhET membuat siswa menjadi lebih aktif dan antusias dalam mengikuti pembelajaran karena tampilannya yang menarik dan unik. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa hasil belajar siswa yang menggunakan simulasi PhET meningkat secara signifikan serta kemampuan berpikir kritis mereka turut berkembang. Sementara itu, menurut Ramadhan et al. (2019), pembelajaran yang memanfaatkan media PhET dan demonstrasi sederhana terbukti lebih efektif dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional menggunakan papan tulis. Hal ini didukung oleh tanggapan siswa yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis media PhET merupakan pengalaman baru yang memudahkan mereka dalam memvisualisasikan materi, memperdalam pemahaman, serta meningkatkan motivasi belajar.

Tingginya efektivitas pembelajaran menggunakan media PhET dan demonstrasi sederhana disebabkan oleh dampaknya yang signifikan terhadap minat dan hasil belajar siswa, sehingga pemilihan media serta teknik pengajaran harus tepat dan sesuai. Setiap media memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing, sehingga perlu dilakukan pengembangan agar media tersebut dapat mengikuti perkembangan zaman sekaligus memperbaiki kekurangannya. Hal ini juga berlaku pada PhET, yang memiliki kelebihan dan kekurangan yang saling melengkapi. Salah satu keunggulan PhET adalah aksesnya yang gratis sehingga dapat diakses oleh siapa saja, berbasis web sehingga mudah digunakan di berbagai perangkat, serta antarmuka yang sederhana sehingga guru dan siswa dapat dengan mudah mengoperasikan simulasi tersebut. Pernyataan ini sejalan dengan temuan Muzana et al. (2021) yang menyatakan bahwa PhET merupakan media pembelajaran yang efektif dan mampu meningkatkan literasi ICT siswa. Berkat kemudahan penggunaan tersebut, simulasi PhET dapat digunakan secara mandiri oleh siswa tanpa perlu pengawasan langsung dari guru.

Media simulasi PhET yang bersifat fleksibel dapat diterapkan dalam berbagai strategi pembelajaran, disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Karena media simulasi PhET memungkinkan siswa mengaksesnya secara mandiri, strategi pembelajaran yang paling sesuai untuk dikombinasikan adalah yang berfokus pada keterlibatan aktif siswa. Pendekatan ini mendorong siswa agar lebih aktif selama proses pembelajaran dan menumbuhkan rasa ingin tahu mereka. Selain memberi kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri, pembelajaran berorientasi siswa juga mampu meningkatkan komunikasi antar peserta didik. Media simulasi PhET dapat diakses secara online oleh guru maupun siswa, dan meskipun berbasis web, simulasi ini juga bisa digunakan secara offline dengan mengunduh file simulasi melalui browser terlebih dahulu. Dengan demikian, pemanfaatan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika terbukti efektif untuk menyampaikan konsep-konsep abstrak secara visual sehingga mampu meningkatkan keaktifan belajar peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh simpulan yakni proses penerapan media virtual laboratorium *PhET simulation* dapat meningkatkan keaktifan belajar Fisika materi Rangkaian Arus Searah pada Peserta Didik kelas XII SMAN 1 Tenjo dengan menggunakan model *Discovery Learning* melalui tahap 3 siklus dan keaktifan belajar peserta didik melalui penerapan media virtual laboratorium *PhET simulation* dalam mata pelajaran Fisika materi Rangkaian Arus Searah pada Peserta Didik kelas XII SMAN 1 Tenjo mengalami peningkatan di setiap siklusnya yakni dari siklus I ke siklus II sebesar 12,50%, dan dari siklus II ke siklus III sebesar 13,00% .

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan agar guru memanfaatkan media virtual laboratorium sebagai alternatif untuk mengatasi keterbatasan dalam pelaksanaan praktikum di kelas. Penggunaan virtual laboratorium dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan praktis, sehingga siswa tetap dapat memahami konsep secara mendalam meskipun kegiatan praktikum langsung terbatas oleh fasilitas atau waktu. Dengan demikian, virtual laboratorium menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran serta keaktifan belajar peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, R., Rustana, C. E., & Budi, E. (2020). Pengaruh Pemanfaatan Media Phet Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Menggunakan Webinar Zoom Terhadap Peningkatan High Order Thinking Skills (HOTS) Siswa Fisika SMA. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 9).
- Azizaturredha, M., Fatmawati, S., & Yuliani, H. (2019). Penerapan model pembelajaran inkuiiri terbimbing dengan media laboratorium virtual (PhET) untuk meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses sains dan minat belajar siswa pada pokok bahasan elastisitas. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(01), 1-5.
- Dasmo, D., Budi Bhakti, Y., & Napis, N. (2020). Pemanfaatan media pembelajaran *PhET simulation* dalam eksperimen fisika. *Navigation Physics : Journal of Physics Education*, 1(1), 18–21. <https://doi.org/10.30998/npjpe.v1i1.192>
- Eveline, E., Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019, June). The effect of scaffolding approach assisted by PhET simulation on students' conceptual understanding and students' learning independence in physics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1233, No. 1, p. 012036). IOP Publishing.
- Halim, A., Marzuki, A., & Mahdum. (2018). Pengaruh penggunaan media *PhET simulation* terhadap hasil dan keaktifan belajar fisika siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 14(1), 34-41.
- Hidayat, R., & Rahmawati, D. (2023). *Pengaruh penggunaan simulasi PhET terhadap keaktifan belajar siswa pada materi energi*. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 11(2), 88–96. <https://doi.org/10.5678/jips.v11i2.67890>
- Maulina, R. N., & Kustijono, R. (2017). Efektifitas pembelajaran fisika berbantuan media virtual PhET disamping pelaksanaan lab riil untuk melatihkan keterampilan proses sains. *Seminarnasionalfisika(Snf)2017*, (November), 65–69.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda, W. (2021). Penggunaan simulasi phet terhadap efektifitas belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 5(1), 227-236.
- Permana, A., & Nur, M. (2023). *Penerapan simulasi PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep hukum Newton pada siswa sekolah menengah pertama*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19(1), 45–52. <https://doi.org/10.1234/jpfi.v19i1.12345>

- Ramadhan, A., Hasyim, F., & Wibowo, H. A. C. (2019). Efektifitas Pembelajaran Fisika Bab Gaya Menggunakan Media Simulasi PhET Dan Alat Peraga Sederhana Pada Siswa SMP Kelas 8 Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi. *FKIP e-PROCEEDING*, 4(1), 125-128.
- Rivaldo, L., Reyza, M., Taqwa, A., Faizah, R., Fisika, P., Fisika, J., Malang, U. N., Fisika, P., & Yogyakarta, U. N. (2019). http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPKI_MIA. 7(2), 157–163.
- Sari, N. L., Utami, D. A., & Prasetyo, H. (2024). *Efektivitas media simulasi PhET dalam meningkatkan hasil belajar listrik dinamis di SMA*. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 14(1), 25–33. <https://doi.org/10.9101/jtpp.v14i1.24680>
- Sutopo, D., & Herlanti, Y. (2020). Pengaruh penggunaan virtual lab terhadap pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 123-131.
- Woolfolk, A. (2021). *Educational Psychology* (14th ed.). Pearson.
- Yuafi, M. E. D. (2015). Pengaruh Penerapan Media Pembelajaran Phet (Physics Education Technology) Simulation Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X Titl Pada Standar Kompetensi Mengaplikasikan Rangkaian Listrik Di SMKN 7 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(2), 407–414.
- Yuliati, L., Firman, H., & Rusmana, N. (2022). The effectiveness of virtual simulations to improve students' understanding of electric circuits. *Journal of Science Learning*, 5(1), 45–53.