

Pendampingan Pembelajaran Listrik Searah Berbantuan Simulasi PhET di SMA Budi Bakti

Arya^{1*}, Miranda Bella², Wahidatul Hidayah³, Aulia Ribby Juliana⁴, Muhammad Sabian Vathema Saili⁵, Fauzan Rifqi Azwa Pratama⁶, Zainuddin Untu⁷, Iyar Anjas Oktaba⁸

¹Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Fisika, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

²Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Bahasa Indonesia dan Sastra, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

³Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Ekonomi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

⁴Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Sejarah, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

⁵Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Jasmani, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

^{6,7}Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

⁸SMA Budi Bakti, Samarinda, Indonesia

Email: ¹arya3.14159@gmail.com, ²mirandabellaalleb29@gmail.com, ³wahidatulhidayah18@gmail.com,

⁴auliaribbyjuliana@gmail.com, ⁵vathemaa@gmail.com, ⁶fauzanxpratama@gmail.com, ⁷zainuddin.untu@fkip.unmul.ac.id,

⁸iyaranjas@gmail.com

*Email Corresponding Author: arya3.14159@gmail.com

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh permasalahan di SMA Budi Bakti, di mana pembelajaran fisika khususnya materi rangkaian listrik searah terkendala keterbatasan fasilitas laboratorium fisik. Akibatnya, pemahaman konsep abstrak siswa kelas XII menjadi kurang optimal. Solusi yang ditawarkan adalah pendampingan pembelajaran fisika menggunakan laboratorium virtual *PhET Interactive Simulations*. Metode pelaksanaan meliputi tahap persiapan instrumen, pelatihan pengoperasian simulasi, praktikum virtual mandiri berbantuan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta evaluasi akhir. Hasil pendampingan menunjukkan keberhasilan nyata dengan adanya peningkatan rata-rata pemahaman konsep siswa secara signifikan dari kondisi awal. Selain itu, kegiatan ini berhasil meningkatkan keterampilan (*hardskill*) siswa dalam merangkai sirkuit listrik virtual secara mandiri, sekaligus meningkatkan motivasi dan keaktifan mereka selama proses pembelajaran.

Kata Kunci: Rangkaian Listrik Searah, Simulasi PhET, Pendampingan Pembelajaran, Pemahaman Konsep, SMA Budi Bakti

Abstract

This community service activity was initiated by challenges at SMA Budi Bakti, where physics learning, especially on direct current circuits, was constrained by the limitations of physical laboratory equipment. Consequently, the conceptual understanding of class XII students remained suboptimal. The proposed solution was physics learning mentoring utilizing the PhET Interactive Simulations virtual laboratory. The implementation method consisted of instrument preparation, simulation operation training, independent virtual practicum assisted by Student Worksheets (LKPD), and final evaluation. The results of the mentoring showed significant success, as indicated by a notable increase in the students' average conceptual understanding compared to the initial state. Furthermore, this activity successfully enhanced students' hard skills in independently assembling virtual electrical circuits, while boosting their learning motivation and active participation during the learning process.

Keywords: Direct Current Circuits, PhET Simulation, Learning Mentoring, Conceptual Understanding, SMA Budi Bakti

1. PENDAHULUAN

Pendidikan fisika memiliki peran krusial dalam membentuk kemampuan penalaran logis, berpikir sistematis, serta karakter objektif dan jujur siswa dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari (Simbolon & Silalahi, 2023). Namun, pelajaran fisika sering kali kurang diminati dan dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit serta

membosankan bagi sebagian besar siswa karena banyak konsepnya yang bersifat abstrak dan tidak kasat mata (Banda & Nzabahimana, 2021; Uwambajimana et al., 2023). Selain itu, kesulitan siswa juga diperparah oleh kesalahan penanaman konsep yang cenderung berfokus pada hafalan rumus matematis kering tanpa makna (Fitri, 2022; Khairunnastuti et al., 2026).

Kondisi dilematis ini dialami secara nyata oleh siswa kelas XII SMA Budi Bakti yang berlokasi di Kelurahan Sempaja Timur, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Potret khalayak sasaran secara kuantitatif menunjukkan bahwa dari total 9 siswa kelas XII IPA yang terlibat, seluruhnya mengalami hambatan serius dalam memahami konsep kelistrikan dinamis, khususnya materi rangkaian listrik searah. Berdasarkan analisis situasi fisik di sekolah, SMA Budi Bakti sebenarnya telah memiliki ruang laboratorium dengan jumlah kit listrik yang memadai, namun fasilitas penunjang praktikumnya sangat minim. Tercatat hanya ada 1 unit catu daya (power supply) yang berfungsi dengan baik sementara sisanya dalam kondisi rusak. Keterbatasan alat praktikum riil tersebut mendorong penyampaian materi listrik searah lebih sering dilakukan melalui penguatan konsep teoretis di kelas atau demonstrasi klasikal oleh guru di depan kelas. Proses pembelajaran yang monoton tanpa melibatkan aktivitas eksperimen mandiri ini menyebabkan siswa kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak aliran muatan listrik, sehingga berimplikasi pada penurunan ketertarikan, motivasi, dan keaktifan belajar siswa pada mata pelajaran fisika (Dy et al., 2024; Kumar, 2024).

Pembelajaran sains pada hakikatnya tidak hanya mentransfer teori verbal, melainkan harus melibatkan siswa secara aktif untuk menemukan dan membangun pengetahuannya sendiri (Simbolon & Silalahi, 2023; Umiliya et al., 2023). Pemahaman konsep fisika tidak dapat diajarkan secara lisan saja, melainkan sangat membutuhkan dukungan kegiatan praktikum agar tidak terjadi miskonsepsi (Ismalia et al., 2022). Melalui kegiatan eksperimen di laboratorium, aspek produk ilmiah, keterampilan proses, dan sikap ilmiah siswa dapat berkembang secara optimal (Simbolon & Silalahi, 2023). Namun, kurangnya fasilitas laboratorium atau kerusakan alat di sekolah sering kali menjadi alasan utama mengapa praktikum kelistrikan jarang dilaksanakan (Halim et al., 2024; Umiliya et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan inovasi media pembelajaran alternatif yang asyik, interaktif, dan efisien agar proses pembelajaran tetap berjalan efektif tanpa terbatas oleh sekat fisik laboratorium (Selly & Tafuli, 2023; Umiliya et al., 2023).

Guna mengatasi kendala keterbatasan alat ukur dan catu daya di SMA Budi Bakti, laboratorium virtual berbasis Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations menjadi solusi alternatif pengganti eksperimen nyata (*real*) yang sangat tepat (Ismalia et al., 2022; Simbolon & Silalahi, 2023). PhET merupakan perangkat lunak berbasis riset yang menyajikan simulasi interaktif yang menyenangkan, dinamis, serta menyerupai permainan untuk merangsang eksplorasi mandiri siswa (Banda & Nzabahimana, 2021; Fitri, 2022). Keunggulan utama dari laboratorium virtual ini adalah kemampuannya memvisualisasikan konsep abstrak fisika yang tidak dapat diamati secara langsung oleh mata manusia, seperti pergerakan elektron dan aliran arus listrik dalam sirkuit (Khairunnastuti et al., 2026; Simbolon & Silalahi, 2023). PhET juga menyediakan fitur di mana siswa dapat merangkai komponen listrik virtual dan mengubah nilai tegangan atau hambatan secara bebas untuk melihat respons kuat arus yang mengalir secara instan (Selly & Tafuli, 2023).

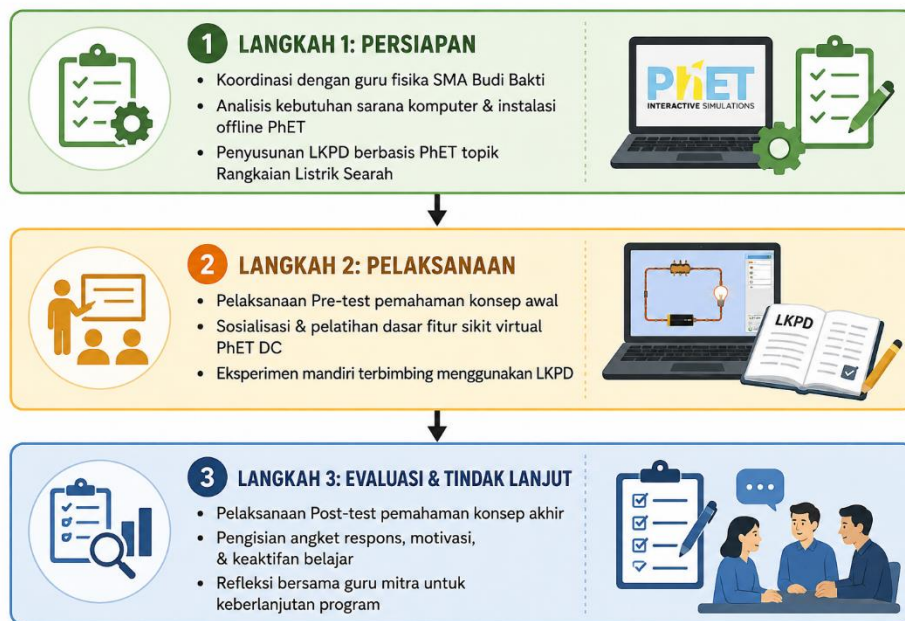
Efektivitas penggunaan PhET untuk meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep fisika telah didukung oleh berbagai kajian literatur empiris mutakhir. Studi meta-analisis yang dilakukan oleh Fadillah et al. (2026) membuktikan secara kuantitatif bahwa simulasi PhET memiliki dampak praktis yang sangat besar (effect size Cohen's $d = 1.00$) pada siswa tingkat SMA, dengan tingkat keefektifan yang jauh lebih tinggi ketika diterapkan dalam model pembelajaran luring atau tatap muka langsung. Hal ini selaras dengan tinjauan sistematis Ningrum et al. (2026) yang mengonfirmasi bahwa simulasi PhET secara konsisten meningkatkan pencapaian akademik dan pemahaman konsep siswa di berbagai jenjang pendidikan. Hasil ini diperkuat oleh penelitian eksperimen dari Halim et al. (2024) pada siswa kelas XII SMA yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep sirkuit hambatan listrik secara signifikan setelah diajar menggunakan simulasi PhET, dengan raihan skor N-Gain dalam kategori tinggi (Means N-

Gain = 0.82). Selain itu, laporan tindakan kelas oleh Fitri (2022) mengonfirmasi bahwa laboratorium virtual PhET sangat efektif untuk memperkuat penguasaan konsep materi listrik dinamis di sekolah menengah yang memiliki keterbatasan sarana pembelajaran. Penerapan modul praktikum terbimbing berbasis PhET juga terbukti dapat membantu siswa belajar secara mandiri, melatih kejujuran, serta meningkatkan keterampilan proses sains mereka (Ismalia et al., 2022; Umiliya et al., 2023). Melalui kegiatan pendampingan pembelajaran berbasis PhET di SMA Budi Bakti Samarinda ini, diharapkan pemahaman konsep listrik searah siswa dapat meningkat secara signifikan sekaligus menumbuhkan kembali motivasi belajar fisika yang sempat meredup.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah metode pendampingan terstruktur melalui pendekatan praktikum virtual terbimbing menggunakan media *PhET Interactive Simulations*. Khalayak sasaran yang menjadi mitra dalam kegiatan ini adalah siswa kelas XII IPA SMA Budi Bakti Samarinda dengan jumlah peserta sebanyak 9 siswa. Kegiatan dilaksanakan secara luring/tatap muka langsung di sekolah mitra guna memberikan *scaffolding* atau bimbingan langsung yang optimal kepada siswa (Umiliya et al., 2023).

Secara sistematis, tahapan pelaksanaan pengabdian ini digambarkan pada diagram alur berikut:



Gambar 1. Diagram alur pengabdian kepada masyarakat

Tahap Pertama adalah persiapan. Kegiatan diawali dengan melakukan observasi awal ke SMA Budi Bakti untuk memetakan kendala laboratorium secara kuantitatif. Selanjutnya, dilakukan koordinasi dengan guru mitra untuk menetapkan jadwal kegiatan pendampingan agar tidak mengganggu jam belajar reguler siswa. Tim pengabdian kemudian menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sirkuit searah yang telah disesuaikan agar terintegrasi penuh dengan visualisasi *PhET Interactive Simulations*. Pembuatan LKPD ini dirancang untuk memfasilitasi kemandirian belajar siswa dalam menemukan konsep sirkuit listrik secara mandiri (Umiliya et al., 2023).

Tahap kedua adalah pelaksanaan. Kegiatan pendampingan dilaksanakan dalam tiga sesi utama. Sesi pertama diawali dengan pengerjaan soal *pre-test* untuk mengukur pemahaman konsep dasar sirkuit searah siswa. Sesi kedua

merupakan sesi pelatihan, di mana siswa diperkenalkan pada antarmuka sirkuit virtual PhET (seperti menyambungkan kabel, memasang baterai, lampu, sakelar, serta membaca alat ukur voltmeter dan amperemeter virtual). Sesi ketiga merupakan pengerjaan LKPD, di mana siswa secara mandiri merangkai sirkuit seri-paralel, memanipulasi variabel tegangan/hambatan, serta menemukan konsep hukum Ohm secara langsung melalui eksplorasi virtual (Anisa & Astriani, 2022).

Tahap ketiga adalah sesi pendampingan, siswa diberikan soal *post-test* yang setara dengan soal *pre-test* untuk melihat tingkat peningkatan pemahaman konsep mereka. Selain itu, siswa juga mengisi angket tertutup untuk mengukur perubahan sikap, motivasi, dan keaktifan belajar mereka setelah diajar menggunakan simulasi PhET.

Keberhasilan kegiatan pengabdian ini diukur menggunakan dua instrumen evaluasi non-statistik (Sugiyono, 2017), yaitu pengukuran kognitif dan pengukuran afektif/psikomotor. Pengukuran kognitif dilakukan untuk mengetahui pemahaman konsep siswa melalui soal evaluasi yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep dalam ranah kognitif Taksonomi Bloom revisi (Anderson & Krathwohl, 2000), dengan membandingkan nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* serta menganalisis persentase ketuntasan klasikal. Peningkatan pemahaman konsep selanjutnya dianalisis secara deskriptif menggunakan kriteria skor Normalized Gain (N-Gain) berdasarkan rumusan Hake (1999). Sementara itu, pengukuran afektif/psikomotor dilakukan menggunakan kuesioner skala Likert untuk mengetahui peningkatan motivasi belajar siswa dan lembar observasi keaktifan siswa selama merangkai sirkuit virtual (Arikunto, 2002). Kegiatan dinyatakan berhasil apabila minimal 80% siswa memberikan respons positif dalam kategori kuat atau sangat kuat serta menunjukkan peningkatan keterampilan (hardskill) dalam mengoperasikan laboratorium virtual secara mandiri.

3. HASIL PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pendampingan pembelajaran fisika berbantuan *PhET Interactive Simulations* di SMA Budi Bakti Samarinda telah diselesaikan dengan baik sesuai target khalayak sasaran. Melalui sinkronisasi rancangan kegiatan pengabdian masyarakat, bab ini memaparkan hasil evaluasi kognitif (pemahaman konsep) dan respons afektif (motivasi dan keaktifan) dari 9 siswa kelas XII IPA yang terlibat

3.1. Analisis Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa

Untuk mengetahui sejauh mana visualisasi laboratorium virtual PhET memberikan dampak terhadap pemahaman kognitif siswa pada materi rangkaian listrik searah, tim melakukan analisis deskriptif terhadap skor *pre-test* (sebelum pendampingan) dan *post-test* (setelah pendampingan). Hasil pengolahan data nilai ke-9 siswa tersebut dirangkum dalam Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Pre-test, Post-test, dan *Normalized Gain* (N-Gain) Siswa

Kriteria Evaluasi	Skor Rata-Rata	Peningkatan Poin	Skor N-Gain	Kategori Keberhasilan
Pre Test	77,8	-	-	-
Post Test	86,7	+ 8,9	0,4	Sedang(Medium)

Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya peningkatan nilai rata-rata kognitif siswa yang cukup nyata, yaitu dari rata-rata awal 77,8 meningkat menjadi 86,7 pada tes akhir. Hal ini menunjukkan adanya selisih peningkatan pemahaman sebesar 8,9 poin. Lebih lanjut, hasil perhitungan skor *Normalized Gain* (N-Gain) yang diperoleh adalah sebesar 0,4. Berdasarkan klasifikasi Hake (1999), perolehan skor N-Gain dalam rentang $0,3 < g < 0,7$ dikategorikan ke dalam tingkat efektivitas Sedang (*Medium*).

Hasil peningkatan kognitif ini membuktikan bahwa hilirisasi media virtual laboratorium berbasis PhET sangat efektif membantu siswa kelas XII SMA dalam memperkuat penguasaan konsep-konsep listrik searah yang sebelumnya abstrak (Halim et al., 2024). Visualisasi aliran elektron secara langsung membantu menjembatani kesenjangan antara teori matematis dengan fenomena fisik nyata (Banda & Nzabahimana, 2021).

3.2. Dinamika Respons, Motivasi, dan Perubahan Perilaku Belajar Siswa

Selain keberhasilan pada ranah kognitif, kegiatan pengabdian ini juga memberikan dampak perubahan perilaku (*afektif*) yang sangat luar biasa pada siswa kelas XII IPA SMA Budi Bakti. Berdasarkan analisis angket respons siswa pasca-kegiatan, diperoleh skor rata-rata ketertarikan dan kepuasan siswa sebesar 93%. Merujuk pada kriteria skala Likert oleh Arikunto (2002), skor respons 93% ini masuk dalam kategori Sangat Kuat / Sangat Baik.

Perubahan perilaku sosial dan psikologis siswa selama kegiatan berlangsung dapat digambarkan melalui suasana belajar yang menjadi lebih menyenangkan dan interaktif serta munculnya keberanian siswa untuk melakukan eksperimen secara bebas dan menantang. Berbeda dengan kondisi pembelajaran sebelumnya yang cenderung pasif karena keterbatasan aktivitas psikomotorik siswa, penggunaan simulasi PhET terbukti berhasil mengubah suasana kelas menjadi lebih antusias, dengan siswa secara mandiri mengeksplorasi berbagai fitur pada sirkuit kelistrikan virtual (Selly & Tafuli, 2023; Simbolon & Silalahi, 2023). Karakteristik PhET yang *game-like* juga membuat siswa merasa tertantang untuk melakukan berbagai percobaan (Banda & Nzabahimana, 2021; Selly & Tafuli, 2023). Salah satu momen yang menarik terjadi ketika siswa secara tidak sengaja merangkai sirkuit dengan tegangan baterai yang terlalu tinggi hingga memunculkan animasi baterai terbakar akibat *short circuit*. Kejadian tersebut tidak hanya memicu tawa, tetapi juga mendorong diskusi ilmiah yang interaktif antarsiswa untuk memahami penyebab terjadinya kondisi tersebut. Pengalaman eksperimen bebas ini menunjukkan bahwa PhET mampu menciptakan ruang belajar yang aman dan menarik, sehingga siswa dapat bereksperimen tanpa risiko merusak alat fisik maupun membahayakan diri sendiri (Anisa & Astriani, 2022; Rahmadita et al., 2021).

Dokumentasi pelaksanaan kegiatan Pendampingan Pembelajaran Listrik Searah Berbantuan Simulasi PhET di SMA Budi Bakti:



Gambar 2. Foto bersama siswa kelas XII IPA SMA Budi Bakti



Gambar 3. Pendampingan aktif siswa merangkai komponen listrik virtual di Komputer (a) dan (b).

3.3. Keunggulan, Tantangan Pelaksanaan, dan Peluang Pengembangan

3.3.1. Keunggulan

Pemanfaatan PhET di SMA Budi Bakti terbukti unggul dalam memvisualisasikan parameter mikro (seperti arah aliran elektron dan hubungan tegangan-arus) yang tidak mungkin terlihat pada kit praktikum fisik sederhana (Ismalia et al., 2022; Selly & Tafuli, 2023). Media ini juga efisien secara biaya dan waktu perakitan sirkuit (Banda & Nzabahimana, 2021; Umiliya et al., 2023).

3.3.2. Tantangan Pelaksanaan

Selama proses pendampingan, tim menemui tantangan teknis berupa ketidakstabilan akses jaringan internet di beberapa unit komputer sekolah mitra. Kendala jaringan ini berpotensi menghambat jalannya praktikum virtual berbasis web (Umiliya et al., 2023).

3.3.3. Peluang Pengembangan

Sebagai solusi taktis di lapangan, tim segera membagi 9 siswa ke dalam beberapa komputer yang memiliki jaringan internet stabil untuk melakukan simulasi secara semi-kelompok. Namun, untuk menjaga objektivitas hasil belajar, siswa tetap diwajibkan menyelesaikan LKPD mereka secara pribadi. Solusi ke depan untuk mengatasi keterbatasan ini adalah dengan memanfaatkan aplikasi PhET versi offline (HTML5). Karena PhET versi *offline* tidak memerlukan koneksi internet sama sekali setelah diunduh, sekolah mitra dapat melaksanakan praktikum kelistrikan virtual secara mandiri di masa mendatang tanpa khawatir akan kendala sinyal internet.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pendampingan pembelajaran rangkaian listrik searah berbantuan *PhET Interactive Simulations* di SMA Budi Bakti Samarinda telah sukses dilaksanakan dan memberikan solusi nyata atas keterbatasan sarana laboratorium fisik sekolah mitra. Kegiatan pengabdian ini terbukti memberikan nilai tambah kognitif yang signifikan bagi siswa kelas XII IPA, ditandai dengan peningkatan nilai rata-rata dari 77,8 menjadi 86,7 dengan nilai N-Gain sebesar 0,4 (Kategori Sedang). Selain itu, pendampingan ini berhasil meningkatkan motivasi belajar dan keaktifan afektif siswa secara luar biasa, dengan perolehan respons positif mencapai 93% (Kategori Sangat Baik/Kuat). Hambatan utama yang ditemukan berupa ketidakstabilan jaringan internet sekolah berhasil diatasi melalui pengelompokan taktis siswa, serta melahirkan saran tindak lanjut yang sangat berharga berupa pemanfaatan aplikasi *PhET secara offline* (HTML5) untuk menjamin keberlanjutan program praktikum virtual secara mandiri oleh guru mitra di masa mendatang.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mulawarman selaku institusi pelaksana atas dukungan akademik dan institusional yang diberikan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak SMA Budi Bakti sebagai mitra kolaborasi atas fasilitasi dan dukungan operasional selama pelaksanaan program. Apresiasi secara khusus diberikan kepada Mahasiswa KKN

PLP 52 Kelompok 122 FKIP Universitas Mulawarman atas dedikasi dan sinerginya selaku tim pelaksana teknis di lapangan, serta kepada seluruh peserta didik kelas XII SMA Budi Bakti atas partisipasi aktif dan sikap kooperatifnya, sehingga keseluruhan rangkaian kegiatan ini dapat terselenggara dengan komprehensif dan optimal.

6. REFERENSI

- anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2000). *Taxonomy For Learning, Teaching, And Assessing: A Revision Of Bloom's Taxonomy Of Education Objective*. Addison Wesley Longman Inc.
- Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation Of Phet Simulation With Discovery Learning Model To Improve Understanding Of Dynamic Electricity Concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(3 Se-Articles), 292–301. <https://doi.org/10.29303/Jpm.V17i3.3438>
- Arikunto, S. (2002). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect Of Integrating Physics Education Technology Simulations On Students' Conceptual Understanding In Physics: A Review Of Literature. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 23108. <https://doi.org/10.1103/Physrevphyseducres.17.023108>
- Dy, A. U., Lagura, J. C., & Baluyos, G. R. (2024). Using Phet Interactive Simulations To Improve The Learners' Performance In Science. *EduLine: Journal Of Education And Learning Innovation*, 4(4), 520–530. <https://doi.org/10.35877/454ri.EduLine2981>
- Fadillah, M. A., Alawyah, K., Syafrijon, S., & Usmeldi, U. (2026). Meta-Analysis Of The Effectiveness Of Phet Simulations In Physics Education. *International Journal Of Online And Biomedical Engineering (Ijoe)*, 22(02), 21–37. <https://doi.org/10.3991/Ijoe.V22i02.59007>
- Fitri, A. (2022). Laboratorium Virtual Dengan Aplikasi Phet Untuk Memperkuat Penguasaan Konsep Listrik Dinamis Siswa Pada Pembelajaran Online. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 6(1). <https://doi.org/10.24036/Jep/Vol6-Iss1/624>
- Hake, R. R., & Reece, J. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. *Dept. Of Physics Indiana University*.
- Halim, A., Alinda, M., Mahzum, E., Wahyuni, A., & Ngadimin, N. (2024). Impact Of Using Phet And Ni Multisim Simulation On Understanding Electrical Circuit Concepts. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 10(1), 161–172. <https://doi.org/10.21009/1.10114>
- Ismalia, I., Kusumawati, M., & Wahyuni, P. (2022). Investigating The Use Of Phet Simulation As A Substitute For Practical Tools In Understanding The Concept Of Static Electricity. *International Journal Of Education And Teaching Zone*, 1(1), 20–25. <https://doi.org/10.57092/Ijetz.V1i1.7>
- Khairunnastuti, F., Ismet, & Ketang, W. (2026). The Effect Of Using Phet Simulation In E-Modules On Students' Learning Outcomes In Electromagnetism. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 12(1), 309–415. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V12i1.13560>
- Kumar, D. (2024). Phet: An Interactive Simulation Technology For Learning Outcomes Based Teaching-Learning Science. *International Education And Research Journal*, 10. <https://doi.org/10.21276/Ierj24501797296604>
- Ningrum, S. A., Rohman, I., Gumilar, G. G., Mudzakir, A., Hana, M. N., & Nais, M. K. (2026). Effectiveness Of Phet Simulations On Learning Outcomes In Science And Chemistry Education: A Systematic Review. In *Multimodal Technologies And Interaction* (Vol. 10, Issue 7, P. 69). <https://doi.org/10.3390/Mti10070069>
- Rahmadita, N., Mubarak, H., & Prahani, B. K. (2021). Profile Of Problem-Based Learning (Pbl) Model Assisted By Phet To Improve Critical Thinking Skills Of High School Students In Dynamic Electrical Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 7(4), 617–624. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V7i4.799>

-
- Selly, J. B., & Tafuli, D. E. (2023). Penggunaan Media Phet Simulation Materi Listrik Dinamis Terhadap Motivasi Belajar Ipa Siswa Kelas Ix Smp Negeri Satap Oeusapi-Amanuban Barat. *Hinef: Jurnal Rumpun Ilmu Pendidikan*, 2(1), 11–16. <https://doi.org/10.37792/Hinef.V2i1.865>
- Simbolon, D. H., & Silalahi, E. K. (2023). Virtual Laboratory-Based Physics Learning “Phet Simulation” To Improve Student Learning Activities. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 7(3), 461–468. <https://doi.org/10.23887/Jisd.V7i3.61001>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Umiliya, Azizahwati, & Mahadi, I. (2023). The Effectiveness Of The Application Of Phet With Inquiry Learning Model To Improve Understanding Of The Concept. *Journal Of Science Education Research*, 7(2), 82–92. <https://doi.org/10.21831/Jser.V7i2.59148>
- Uwambajimana, S., Minani, E., Mollel, A. D., & Nyirahabimana, P. (2023). The Impact Of Using Phet Simulation On Conceptual Understanding Of Electrostatics Within Selected Secondary Schools Of Muhanga District, Rwanda. *Journal Of Mathematics And Science Teacher*, 3(2). <https://doi.org/10.29333/Mathsciteacher/13595>