

KETERAMPILAN BERKOLABORASI MAHASISWA PADA PELAKSANAAN PRAKTIKUM HUKUM OHM BERBANTUAN SIMULASI PHET

COLLABORATION SKILLS OF STUDENTS ON THE IMPLEMENTATION OF OHM LAW PRACTICUM ASSISTED BY PHET SIMULATION

Dewi Juita^a, Yusmaridi M^b

Tadris Fisika Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang^a, Sekolah Dasar Negeri
Percobaan Padang^b

Email: dewijuita@uinib.ac.id, yusmaridi.m@gmail.com^b

ABSTRAK

Keterampilan berkolaborasi mahasiswa sangat penting untuk menunjang keterampilan abad 21 mahasiswa mendatang. Mahasiswa dapat menunjukkan sikap bekerja sama yang baik dalam memecahkan masalah, berkeja sesuai peranan, berkeja sama dalam waktu yang efektif, serta memberikan bantuan yang tepat antar anggota tim. Keterampilan berkolaborasi yang dimaksud dalam penelitian ini terdiri dari 13 sub indikator yang terjabar dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ketercapaian keterampilan berkolaborasi mahasiswa dengan menggunakan simulasi virtual berupa simulasi phet dalam kegiatan praktikum hukum ohm. Instrumen yang digunakan adalah lembar penilaian kinerja keterampilan berkolaborasi dengan bersandar kepada rubrik penilaian kinerja yang jelas. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pencapaian keterampilan berkolaborasi mahasiswa sebesar 84% dalam kategori baik. Hasil penelitian diperoleh bahwa dari 13 indikator keterampilan berkolaborasi maka terdapat 3 indikator yang pencapaiannya baik sekali yaitu mahasiswa mampu membagi pekerjaan kelompoknya secara adil, mahasiswa mampu membantu anggota tim dalam memecahkan masalah, serta mahasiswa mampu memecahkan masalah tanpa melibatkan dosen.

Kata Kunci: Keterampilan Berkolaborasi; Phet; Praktikum Fisika

ABSTRACT

Students' collaboration skills are very important to support the 21st century skills of future students. Students can show a good attitude of working together in solving problems, working according to roles, working together in effective time, and providing appropriate assistance between team members. The collaboration skills referred to in this study consist of 13 sub-indicators that are well explained. The purpose of this study was to determine the achievement of student collaboration skills by using virtual simulation in the form of phet simulation in ohm law practicum activities. The instrument used is a performance assessment sheet of collaboration skills based on a clear performance assessment rubric. The method used is descriptive method with quantitative approach. The results showed that the average achievement of student collaboration skills was 84% in the good category. The results showed that of the 13 indicators of collaboration skills, there were 3 indicators whose achievements were very good, namely students being able to divide their group work fairly, students being able to help team members in solving problems, and students being able to solve problems without involving lecturers.

Keywords: Collaboration Skill; Phet; Physics Practicum

PENDAHULUAN

Di era globalisasi dan Revolusi Industri 4.0, abad ke-21 menjadi semakin penting bagi para mahasiswa untuk mengatasi berbagai rintangan di dunia akademis dan profesional. Salah satu keterampilan terpenting yang harus dikembangkan adalah kolaborasi, yang meningkatkan kemampuan seseorang untuk bekerja dalam tim, bertukar ide, memecahkan masalah bersama, dan berkomunikasi secara efektif dengan anggota tim. Kemampuan untuk berkolaborasi secara efektif dengan orang lain untuk mencapai tujuan bersama dikenal sebagai keterampilan berkolaborasi. Hal ini mendorong interaksi timbal balik, upaya yang terkoordinasi, dan pemecahan masalah secara kooperatif (Dewi et al., 2020). Keterampilan berkolaborasi mendorong mahasiswa untuk berinteraksi dengan teman sebayanya. Keterampilan berkolaborasi merupakan keterampilan yang melatih kerjasama antar tim yang dapat meningkatkan kinerja tim (Ilma et al., 2021). Dalam konteks pendidikan tinggi, mahasiswa mampu mengembangkan keterampilan berkolaborasinya di dalam kegiatan praktikum (Regardin Iraka & Irsadi, 2024). keterampilan berkolaborasi dapat muncul dalam perkuliahan fisika dasar.

Hukum Ohm adalah salah satu materi dalam mata kuliah Pengantar Listrik Magnet dan Fisika Modern yang membutuhkan pemahaman dan aplikasi praktis. Hukum Ohm adalah konsep dasar listrik yang menjelaskan hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan pada suatu besaran listrik (Pratiwi et al., 2023). Konsep ini sangat penting, terutama bagi mahasiswa yang mengambil program studi yang berhubungan dengan pendidikan fisika. Namun, pada kenyataannya, banyak siswa yang kesulitan untuk memahami dan menggunakan Hukum Ohm secara konseptual maupun eksperimental. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap kesulitan ini termasuk kurangnya pemahaman teoritis, kurangnya pengalaman dalam melakukan eksperimen, kurangnya peralatan laboratorium, dan kurangnya kerja sama tim di antara anggota ketika melakukan tugas-tugas praktis.

Praktikum adalah salah satu metode pengajaran yang paling efektif untuk membantu siswa memahami konsep Hukum Ohm dengan cara yang lebih konkret. Melalui praktikum, siswa dapat memahami secara detail bagaimana tegangan dan arus listrik berubah dalam situasi tertentu dan menguji validitas hukum tersebut dalam berbagai pengaturan eksperimental (Saefullah et al., 2018). Namun, selama pelaksanaannya, masalah-masalah praktikum sering muncul, seperti peralatan laboratorium yang tidak berfungsi, kurangnya waktu untuk eksplorasi, dan kesulitan dalam menyelesaikan tugas dan berkomunikasi dengan anggota tim. Kendala-kendala ini dapat membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan kolaboratif mereka dengan cara terbaik, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi efektivitas pembelajaran mereka.

Seiring dengan perkembangan teknologi pendidikan yang semakin maju, beberapa inovasi telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan, salah satunya dengan menggunakan simulasi komputer sebagai alat bantu praktikum. Salah satu media edukasi yang telah banyak digunakan dalam pendidikan sains adalah PhET Interactive Simulations. PhET merupakan platform simulasi interaktif yang dikembangkan oleh University of Colorado Boulder yang memungkinkan siswa untuk menyelidiki berbagai konsep fisika, seperti Hukum Ohm, melalui pengalaman virtual. PhET merupakan kepanjangan dari Physics Education Technology Project. Simulasi Phet digunakan dalam pembelajaran fisika (Samitra et al., 2023). Dengan menggunakan simulasi PhET, siswa dapat melakukan percobaan listrik digital, menyesuaikan parameter seperti tegangan dan hambatan, dan mengilustrasikan perubahan arus listrik dalam rentang tertentu dengan visualisasi yang jelas dan interaktif. Melalui penggunaan simulasi phet dalam kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam melaksanakan praktikum (Dy et al., 2024).

Jika dibandingkan dengan metode konvensional, penggunaan simulasi PhET dalam praktikum Hukum Ohm memiliki beberapa keunggulan yaitu a) simulasi PhET memiliki animasi interaktif dari berbagai mata pelajaran termasuk fisika, b) memungkinkan mahasiswa untuk mengeksplorasi pemahamannya dalam materi yang sedang dipelajari, c) dapat memudahkan mahasiswa dalam menghubungkan konsep dengan fenomena yang dapat memberikan gambaran visual terhadap fenomena yang sulit dipahami langsung oleh mahasiswa (Verdian et al., 2021). Simulasi PhET menjadikan pembelajaran fisika menjadi lebih menyenangkan, menarik, menantang dan imajinatif (Miftu et al., 2023). Simulasi ini juga mendorong mahasiswa untuk berkolaborasi dan mendiskusikan strategi untuk eksperimen, menganalisis data, dan membuat keputusan berdasarkan temuan penelitian mereka sendiri. Oleh karena itu, menggunakan simulasi PhET dalam praktikum dapat menjadi cara yang efektif untuk meningkatkan tingkat kolaborasi di antara mahasiswa, terutama dalam konteks kerja berbasis waktu dan pemecahan masalah berdasarkan eksperimen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keterampilan berkolaborasi mahasiswa dengan menggunakan simulasi phet dalam praktikum Hukum Ohm. Keterampilan berkolaborasi dijabarkan dari beberapa indikator yaitu a) mampu membagi pekerjaan di dalam kelompok secara adil, b) mampu membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah, c) mampu memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim, d) mampu meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas, e) mampu menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen, f) menerima pendapat anggota dalam kelompok, g) mampu bersikap sesuai peranan di dalam kelompok, h) memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim, i) mampu mengambil keputusan berdasarkan musyawarah, j) mampu memanfaatkan waktu dengan efisien, k) mampu berdiskusi dalam menyelesaikan tugas, l) memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan, m) mampu menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu (Kelley et al., 2019).

METODE PENELITIAN

Penelitian dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk penelitian ini karena terkait dengan angka, pengumpulan data, penafsiran angka, serta penarikan kesimpulan (Jayusman et al., 2020). Metode deskriptif digunakan untuk mengetahui nilai suatu variabel tanpa menganalisis hubungan dengan variabel lainnya (Wulandari et al., 2023). Data keterampilan berkolaborasi diperoleh melalui lembar penilaian kinerja yang dinilai oleh asisten laboratorium yang merupakan kakak senior mahasiswa yang membantu dosen dalam menyelenggarakan proses praktikum diperkuliahan. Data hasil penelitian diperoleh dari lembar penilaian keterampilan berkolaborasi yang terdiri dari 13 indikator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan berkolaborasi setelah mahasiswa menggunakan simulasi PhET dalam praktikum hukum ohm ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Keterampilan Berkolaborasi Mahasiswa setelah Penggunaan Simulasi PhET

No	Indikator Keterampilan berkolaborasi	Persentase ketercapaian
1	Mampu membagi pekerjaan di dalam kelompok secara adil	91%
2	Mampu membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	90%
3	Mampu memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim	80%
4	Mampu meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	86%
5	Mampu menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	91%
6	Menerima pendapat anggota dalam kelompok	80%
7	Mampu bersikap sesuai peranan di dalam kelompok	82%
8	Memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	83%
9	Mampu mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	82%
10	Mampu memanfaatkan waktu dengan efisien	83%
11	Mampu berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	86%
12	Memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan	80%
13	Mampu menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	82%

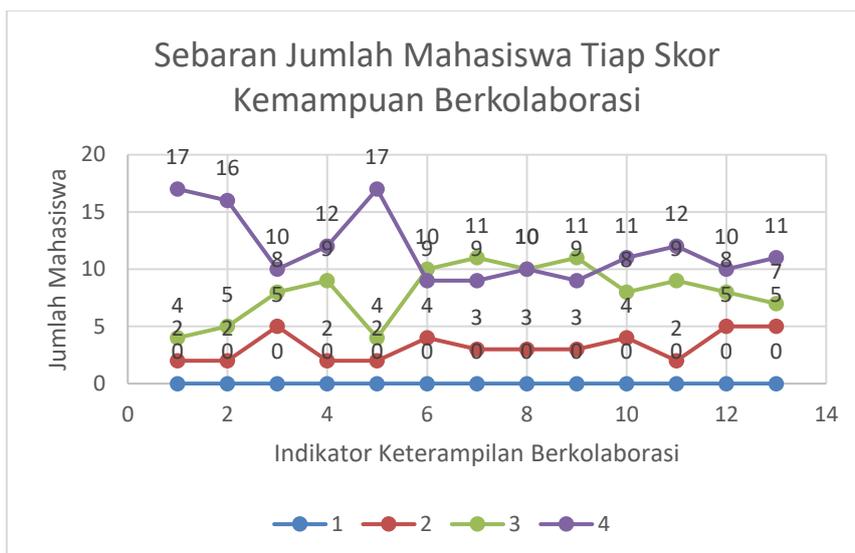
Keterampilan kolaborasi mahasiswa setelah menggunakan simulasi phet semakin terarah dan menuju baik dengan rata-rata 84% dari skala maksimal 100% persentase ketercapaian. Jika dianalogikan dengan jumlah mahasiswa sebanyak 23 mahasiswa maka terdapat 19 orang mahasiswa yang memiliki keterampilan berkolaborasi yang baik setelah menggunakan simulasi phet dalam praktikum fisika dasar materi ohm. Kategori baik ini diperoleh melalui Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Kategori Penilaian Keterampilan Berkolaborasi

Rentang	Skor	Kategori
86 – 100	4	Sangat Baik
71 – 85	3	Baik
56 – 70	2	Cukup Baik
≤ 55	1	Kurang Baik

Sumber : Chrisyarani & Yasa, (2018)

Sebaran jumlah mahasiswa yang memiliki kemampuan berkolaborasi di setiap indikator dapat dilihat melalui grafik di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Sebaran Jumlah Mahasiswa Tiap Skor Keterampilan Berkolaborasi

Adapun Rubrik penilaian yang digunakan dalam menilai keterampilan berkolaborasi mahasiswa terdapat Tabel 3.

Tabel 3. Rubrik Penilaian Keterampilan Berkolaborasi

No	Sub Indikator Keterampilan Berkolaborasi	Kriteria	Skor
1	Mampu membagi pekerjaan di dalam kelompok secara adil	Selalu membagi pekerjaan di dalam kelompok dengan adil	4
		Sering membagi pekerjaan di dalam kelompok dengan adil	3
		Kadang-kadang membagi pekerjaan di dalam kelompok dengan adil	2
		Tidak pernah membagi pekerjaan di dalam kelompok dengan adil	1
2	Mampu membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	Selalu membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	4
		Sering membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	3
		Kadang-kadang membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	2
		Tidak pernah membantu anggota kelompok dalam memecahkan masalah	1
3	Mampu memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim	Selalu memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim	4
		Sering memberikan umpan	3

		balik yang berguna untuk anggota tim	
		Kadang-kadang memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim	2
		Tidak pernah memberikan umpan balik yang berguna untuk anggota tim	1
4	Mampu meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	Selalu meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	4
		Sering meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	3
		Kadang-kadang meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	2
		Tidak pernah meninjau perkembangan kemajuan anggota kelompok dalam menyelesaikan tugas	1
5	Mampu menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	Selalu menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	4
		Sering menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	3
		Kadang-kadang menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	2
		Tidak pernah menyelesaikan masalah dalam kelompok tanpa melibatkan dosen	1
6	Menerima pendapat anggota dalam kelompok	Selalu menerima pendapat anggota dalam kelompok	4
		Sering menerima pendapat anggota dalam kelompok	3
		Kadang-kadang menerima pendapat anggota dalam kelompok	2
		Tidak pernah menerima pendapat anggota dalam kelompok	1
7	Mampu bersikap sesuai peranan di dalam	Selalu bersikap sesuai peranan di dalam kelompok	4

	kelompok	Sering bersikap sesuai peranan di dalam kelompok	3
		Kadang-kadang bersikap sesuai peranan di dalam kelompok	2
		Tidak pernah bersikap sesuai peranan di dalam kelompok	1
8	Memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	Selalu memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	4
		Sering memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	3
		Kadang-kadang memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	2
		Tidak pernah memiliki kesopanan dengan sesama anggota tim	1
9	Mampu mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	Selalu mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	4
		Sering mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	3
		Kadang-kadang mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	2
		Tidak pernah mengambil Keputusan berdasarkan musyawarah	1
10	Mampu memanfaatkan waktu dengan efisien	Selalu memanfaatkan waktu dengan efisien	4
		Sering memanfaatkan waktu dengan efisien	3
		Kadang-kadang memanfaatkan waktu dengan efisien	2
		Tidak pernah memanfaatkan waktu dengan efisien	1
11	Mampu berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	Selalu berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	4
		Sering berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	3
		Kadang-kadang berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	2
		Tidak pernah berdiskusi dalam menyelesaikan tugas	1
12	Memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan	Selalu memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan	4
		Sering memberikan bantuan pada anggota kelompok saat	3

		dibutuhkan	
		Kadang-kadang memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan	2
		Tidak pernah memberikan bantuan pada anggota kelompok saat dibutuhkan	1
13	Mampu menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	Selalu menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	4
		Sering menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	3
		Kadang-kadang menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	2
		Tidak pernah menyelesaikan pekerjaan tanpa harus diingatkan terlebih dahulu	1

Dari 13 indikator keterampilan berkolaborasi yang diteliti, terdapat 3 indikator yang berada pada kategori sangat baik yaitu a) mahasiswa mampu membagi pekerjaan kelompok secara adil, b) mahasiswa mampu membantu anggota tim kelompok dalam memecahkan permasalahan dalam praktikum, dan c) mahasiswa mampu menyelesaikan masalah tanpa melibat dosen. Dengan penggunaan simulasi phet di awal proses praktikum, mahasiswa dapat memetakan apa saja yang akan menjadi titik-titik penting dalam kegiatan praktikum. Mahasiswa dapat mengetahui apa saja variabel yang akan divariasikan. Tegangan dan nilai besar hambatan dapat divariasikan untuk mengetahui hubungan tegangan, hambatan, dengan kuat arus listrik yang mengalir di dalam hambatan. Mahasiswa dapat membagi pekerjaan dengan anggota tim demi tercapainya tujuan kegiatan praktikum dengan tepat dan benar. Hal ini sejalan dengan (Sujanem et al., 2019) yang menjelaskan bahwa kegiatan praktikum akan semakin jelas jika didahului dengan menyaksikan simulasi secara virtual terkait kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan. Anggota tim mahasiswa dapat membagi kerja kelompok secara adil dan lebih jelas dan terarah.

Mahasiswa dapat membantu anggota tim mereka jika ada yang tidak terpecahkan. Setelah melakukan simulasi virtual menggunakan simulasi phet, mahasiswa dapat memetakan hubungan dari tegangan, hambatan, dan kuat arus listrik secara langsung. Namun, untuk membuktikan itu semua, mahasiswa perlu untuk melakukan praktikum yang sebenarnya untuk menemukan kesesuaian dengan simulasi virtual yang sudah ditonton. Jika terdapat kekeliruan dalam nilai besaran kuat arus listrik yang diperoleh. Mahasiswa dapat mengecek kembali benar atau tidaknya nilai hambatan yang mereka baca melalui pita warna resistor, sehingga kemungkinan terjadinya kekeliruan dalam proses kegiatan praktikum dapat dihindari dengan memecahkan masalah bersama di dalam anggota tim kelompok. Hal ini sejalan dengan (Amanah et al., 2023) yang menjelaskan bahwa kemampuan memecahkan masalah peserta didik akan meningkat jika menggunakan simulasi phet dalam kegiatan proses pembelajaran.

Penyelesaian masalah yang ditemui oleh mahasiswa dalam proses kegiatan praktikum dapat terselesaikan di dalam tim. Hal ini disebabkan karena simulasi phet yang sudah ditonton sudah dapat memberikan gambaran awal bagi mahasiswa dalam memprediksi hasil praktikum apa yang akan dihasilkan. Dosen pengampu menjadi lebih terbantu dalam mencapai tujuan

kegiatan praktikum yang telah ditetapkan berupa 1) mampu menganalisis hubungan antara tegangan dan kuat arus yang mengalir dalam suatu rangkaian, 2) mampu menganalisis hubungan tegangan, kuat arus dan hambatan total dalam rangkaian hambatan yang tersusun seri, serta 3) mampu menganalisis hubungan tegangan, kuat arus dan hambatan total dalam rangkaian hambatan yang tersusun paralel.

Diantara 13 indikator tersebut, terdapat 10 indikator yang keterampilan berkolaborasinya dapat berkembang dengan baik. Hal ini disebabkan karena kehadiran simulasi phet belum begitu optimal jika tidak dipadukan dengan suatu metode praktikum yang tepat. Hal ini sesuai dengan Rahmiza Muzana et al. (2021) yang menjelaskan bahwa simulasi phet dalam dipadukan dengan sebuah metode pembelajaran yang cocok dengan karakteristik pembelajaran fisika yang menekankan pada pemberian pengalaman langsung kepada peserta didik.

KESIMPULAN

Simulasi phet dalam kegiatan praktikum fisika dasar atau yang sekarang dinamai dengan praktikum pengantar fisika modern dan listrik magnet sudah mampu mengembangkan keterampilan berkolaborasi mahasiswa dengan baik. Rata-rata ketercapaian keterampilan berkolaborasi mahasiswa sebesar 84% dalam kategori baik. Penggunaan simulasi phet dalam praktikum fisika perlu diintegrasikan dengan penggunaan metode praktikum yang lebih mampu mendorong terjadinya diskusi yang hangat, serta kerjasama anggota tim yang solid sesuai peranannya masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanah, L., Ardani, A., & Purwaningsih, D. 2023. EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN SIMULASI BERBANTUAN PHET SIMULATION TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA. In *JES-MAT* (Vol. 9, Issue 2). <http://PhET.colorado.edu>.
- Chrisyarani, D. D., & Yasa, A. D. 2018. Validasi modul pembelajaran: Materi dan desain tematik berbasis PPK. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 8(2), 206. <https://doi.org/10.25273/pe.v8i2.3207>
- Dewi, A. P., Putri, A., Kurnia, D., Baskoro, A., Prayitno, A., Studi, P., & Biologi, P. 2020. Profil Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa pada Rumpun Pendidikan MIPA. *Pedagogia Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(01). <https://doi.org/10.17509/pgia.v18i1.22502>
- 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>
- Ilma, S., Henie, M., Al-Muhdhar, I., Rohman, F., & Saptasari, M. 2021. *Students Collaboration Skills in Science Learning*.
- Jayusman, I., Agus, O., & Shavab, K. 2020. STUDI DESKRIPTIF KUANTITATIF TENTANG AKTIVITAS BELAJAR MAHASISWA DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA PEMBELAJARAN EDMODO DALAM PEMBELAJARAN SEJARAH. In *Halaman / 13 Jurnal Artefak* (Vol. 7, Issue 1). <https://jurnal.unigal.ac.id/index.php/artefak>
- Kelley, T. R., Geoff Knowles, J., Han, J., & Sung, E. 2019. Creating a 21st Century Skills Survey Instrument for High School Students. *American Journal of Educational Research*, 7(8), 583–590. <https://doi.org/10.12691/education-7-8-7>
- Miftu, M., Albis, K., Adilah, B., & Ni'mah, S. 2023. *Pengenalan PhET Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Untuk Membantu Pemahaman Konsep Fisika Materi Keseimbangan Pada Peserta Didik Kelas 8 SMP 06 Diponegoro* (Vol. 02, Issue 4). <http://jurnal.minartis.com/index.php/jpst/>
- Pratiwi, U., Adi, E. P., Luthfia, A., & Maulita, I. 2023. Penguatan Pemahaman Materi Listrik Dinamis “Hukum Ohm” Menggunakan Model Pembelajaran “Discovery Learning” Pada Siswa Kelas X

- SMA N 1 Kebumen Strengthening Understanding of Dynamic Electrical Material “Ohm’s Law” Using “the Discovery Learning” Learning Model for Class X Students of SMA N 1 Kebumen. In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JUDIKA)* (Vol. 4, Issue 2).
- Rahmiza Muzana, S., Puspa Widya Lubis, S., Fisika, P., Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F., Abulyatama, U., Besar, A., Biologi, P., Elektromedis, T., Muhammadiyah Aceh, S., & Aceh, B. 2021. *PENGGUNAAN SIMULASI PHET TERHADAP EFEKTIFITAS BELAJAR IPA* (Vol. 5, Issue 1). <http://jurnal.abulyatama.ac.id/index.php/dedikasi>
- Regardin Iraka, J., & Irsadi, A. 2024. *Peningkatan Keterampilan Kolaborasi melalui Metode Pembelajaran Berbasis Games pada Peserta Didik Kelas VIII D SMP Negeri 21 Semarang*.
- Saefullah, A., Fakhturrokhman, M., Oktarisa, Y., Arsy, R. D., Rosdiana, H., Gustiono, V., & Indriyanto, S. 2018. *Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Ohm Untuk Memfasilitasi Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills)*. 4(2). <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Gravity>
- Samitra, D., Firdaus, M. L., & Krisnawati, Y. 2023. Physics Education Technology Project (PhET): Interactive Simulation to Improve Students’ Understanding of Concepts and Perceptions. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 646. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i3.7879>
- Sujanem, R., Sutarno, E., Gede, I., & Gunadi, A. 2019. Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Media Simulasi Praktikum IPA SMP dengan Program Simulasi Phet. *International Journal of Community Service Learning*, 3(1), 11–17. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IJCSL>
- Verdian, F., Jadid, M., & Rahmani, M. 2021. STUDI PENGGUNAAN MEDIA SIMULASI PhET DALAM PEMBELAJARAN FISIKA. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 01(02). <https://phet.colorado.edu>
- Wulandari, E., Faturrohman, H., Widodo, S. T., Wahyuni, N. I., Ningsih, F., Guru, P., Fakultas, S. D., Pendidikan, I., & Psikologi, D. 2023. PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA INTERAKTIF TERHADAP MOTIVASI BELAJAR PESERTA DIDIK MATA PELAJARAN PENDIDIKAN PANCASILA KELAS II SDIT INSAN MULIA SEMARANG. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 09(05).