

Pendampingan Tata Kelola Laboratorium Fisika SMA/SMK di Kota Pekanbaru melalui Kolaborasi Perguruan Tinggi dan Sekolah

Romi Fadli Syahputra^{1*}, Rofiqotul Husna¹, Latipa Hannum Dalimunthe¹, Dinda Lestari¹, Nofia Rahmadani¹, Fauzan Fahturrahman¹, Yulia Fitri¹, Sri Fitra Retnawaty¹, Shabri Putra Wirman¹, Neneng Fitrya¹, Delovita Ginting¹, Yeeri Badrun², Novia Gesriantuti², Noftripa Herlina²

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau

²Program Studi Biologi, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau

email: romifadli@umri.ac.id

Abstract

This community service programme aimed to strengthen physics laboratory management and practical activities at three senior and vocational secondary schools in Pekanbaru, Indonesia. Conducted by lecturers and students of the Physics Study Programme, Universitas Muhammadiyah Riau, the programme involved partner assessment, orientation, implementation, and evaluation. Activities included developing Standard Operating Procedures (SOPs), inventorying laboratory equipment, preparing practical modules based on real experiments and PhET virtual simulations, and conducting practical training. Programme outcomes were evaluated through questionnaires administered to students and supervising teachers. Before the programme, 60% of students had never participated in physics practical activities. Following the intervention, all students (100%) reported improved understanding of the practical materials, with 20% reporting very good understanding, 33.3% good understanding, and 46.7% adequate understanding. Furthermore, 93.3% of students expressed positive attitudes towards physics practical activities and actively participated in recording and maintaining laboratory equipment. The programme also supported the development of students' soft skills, particularly communication, collaboration, and leadership. Overall, the programme demonstrated the potential of university-school collaboration to strengthen laboratory management, enhance physics learning experiences, and provide a sustainable partnership model supporting the implementation of the Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) policy.

Keywords: Laboratory Management, Community service, MBKM, Physics Practical, PhET Virtual Simulation

Abstrak

Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat tata kelola laboratorium Fisika dan kegiatan praktikum pada tiga sekolah menengah atas dan kejuruan di Kota Pekanbaru, Indonesia. Program dilaksanakan oleh dosen dan mahasiswa Program Studi Fisika Universitas Muhammadiyah Riau melalui tahapan peninjauan mitra, orientasi, pelaksanaan, dan evaluasi. Kegiatan meliputi penyusunan Standard Operating Procedures (SOP), inventarisasi peralatan laboratorium, penyusunan modul praktikum berbasis eksperimen riil dan simulasi virtual PhET, serta pelaksanaan pelatihan praktikum. Dampak program dievaluasi melalui kuesioner yang diberikan kepada peserta didik dan guru pendamping. Sebelum program dilaksanakan, 60% peserta didik belum pernah mengikuti kegiatan praktikum Fisika. Setelah intervensi program, seluruh peserta didik (100%) melaporkan adanya peningkatan pemahaman terhadap materi praktikum, dengan 20% menyatakan sangat paham, 33,3% paham, dan 46,7% cukup paham. Selain itu, 93,3% peserta didik menunjukkan respons positif terhadap kegiatan praktikum Fisika dan berpartisipasi aktif dalam pendataan serta pemeliharaan peralatan laboratorium. Program ini juga mendukung pengembangan soft skills mahasiswa, khususnya komunikasi, kolaborasi, dan kepemimpinan. Secara keseluruhan, program menunjukkan potensi kolaborasi perguruan tinggi dan sekolah dalam memperkuat tata kelola laboratorium, meningkatkan

pengalaman pembelajaran Fisika, serta membangun model kemitraan berkelanjutan yang mendukung implementasi kebijakan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM).

Kata Kunci: Tata Kelola Laboratorium, Pengabdian kepada Masyarakat, MBKM, Praktikum Fisika, Simulasi Virtual PhET

PENDAHULUAN

Laboratorium Fisika di tingkat sekolah menengah atas (SMA/SMK) memegang peranan strategis sebagai sarana verifikasi teori, pembentukan sikap ilmiah, dan penguatan pemahaman konsep secara terintegrasi [1], [2]. Melalui metode eksperimen, peserta didik tidak hanya membuktikan hukum-hukum Fisika, tetapi juga memperoleh keterampilan berpikir kritis dan pengalaman belajar langsung (*hands-on learning*) [1]. Namun, efektivitas fungsi laboratorium kerap kali terhambat oleh lemahnya sistem tata kelola, tidak tersedianya *Standard Operating Procedure* (SOP) baku, serta tertundanya pemeliharaan dan inventarisasi instrumen [1], [3], [4]. Kondisi ini semakin diperparah oleh keterbatasan sumber daya manusia (SDM) pengelolaan laboratorium di sekolah mitra Kota Pekanbaru, yang menyebabkan intensitas pelaksanaan praktikum menjadi sangat rendah pasca-pandemi COVID-19.

Ketimpangan tata kelola tersebut berdampak langsung pada rendahnya keterlibatan peserta didik dalam pembuktian konsep sains secara mandiri. Hasil identifikasi awal di sekolah mitra (SMAN 2 Pekanbaru, SMKN 7 Pekanbaru, dan SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru) mengindikasikan bahwa instrumen praktikum secara kuantitas cukup memadai, tetapi ketiadaan dokumen inventaris yang terstruktur dan modul praktikum yang adaptif membuat fasilitas tersebut tidak teroptimalkan secara penuh. Untuk mengatasi persoalan ini, perancangan modul praktikum yang mengombinasikan eksperimen riil berbasis alat laboratorium dan eksperimen virtual melalui simulasi *Physics Education Technology* (PhET) menjadi solusi kontekstual [5]. Integrasi simulasi PhET terbukti mampu menjembatani

keterbatasan alokasi waktu dan peralatan, sekaligus merangsang pemahaman konsep Fisika secara fleksibel dan interaktif [6], [7].

Di sisi lain, kebijakan Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) membuka peluang integrasi akademis antara perguruan tinggi dan sekolah mitra untuk menanggulangi krisis tata kelola laboratorium tersebut [8], [9]. Melalui skema pengabdian berbasis magang kependidikan, mahasiswa Program Studi Fisika Universitas Muhammadiyah Riau diturunkan langsung untuk mendampingi perancangan SOP, penataan inventaris, pembuatan modul, hingga fasilitasi pelatihan praktikum di sekolah. Pelibatan mahasiswa dalam ekosistem kerja nyata ini tidak hanya mempercepat revitalisasi tata kelola sarana prasarana sekolah, tetapi juga mengasah kompetensi holistik mahasiswa, khususnya dalam ranah *soft skills* seperti komunikasi interpersonal, kepemimpinan, dan kerja sama tim (*experiential learning*) [9].

Berdasarkan kondisi objektif tersebut, program pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini dirancang untuk menjawab permasalahan tata kelola laboratorium Fisika di Kota Pekanbaru melalui kolaborasi sinergis antara perguruan tinggi dan sekolah mitra. Tujuan utama dari kegiatan ini meliputi: (1) mendampingi penyusunan dan pengesahan dokumen tata kelola laboratorium (SOP, inventarisasi, dan modul praktikum riil serta PhET); (2) meningkatkan pemahaman konsep dan minat siswa terhadap praktikum Fisika; serta (3) memberikan pengalaman kerja nyata (*experiential learning*) bagi mahasiswa dalam rangka mengimplementasikan indikator kinerja utama perguruan tinggi berbasis MBKM. Kegiatan ini diharapkan mampu membentuk model kemitraan yang berkelanjutan dalam peningkatan mutu pendidikan Fisika di daerah.

METODE PENGABDIAN

Mitra Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan melibatkan tiga sekolah mitra tingkat menengah atas/kejuruan di Kota Pekanbaru, yaitu SMA Negeri 2 Pekanbaru, SMK Negeri 7 Pekanbaru, dan SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru. Sasaran utama kegiatan meliputi pengelolaan sarana prasarana laboratorium, guru mata pelajaran Fisika dan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), serta peserta didik di sekolah mitra. IPA), serta peserta didik di sekolah mitra.

Tabel 1. Profil Sekolah Mitra Pengabdian

Nama Sekolah	Alamat
SMA N 2 Pekanbaru	Jl. Nusa Indah No.4, Labuh Baru Tim., Kec. Payung Sekaki, Kota Pekanbaru, Riau
SMKN 7 Pekanbaru	Jln Yos Sudarso SMK 7, Kota Pekanbaru, Riau
SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru	Jl. KH. Ahmad Dahlan No.90, Kp. Melayu, Kec. Sukajadi, Kota Pekanbaru, Riau

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan pengabdian dirancang sistematis melalui empat tahapan utama untuk menjamin keberlanjutan program dan ketercapaian target luaran [10], yaitu:

1. Tahap Penjajakan Mitra: Merupakan tahap konsolidasi awal bersama pihak sekolah mitra. Tahap ini menghasilkan kesepakatan kerja sama resmi yang dituangkan dalam dokumen Perjanjian Kerja Sama.
2. Tahap Orientasi: Dilakukan penyamaan persepsi antara dosen pembimbing, mahasiswa pelaksana, guru pendamping, dan pengelola laboratorium terkait rencana kegiatan, sasaran, dan target luaran program.
3. Tahap Pelaksanaan: Merupakan tahap inti kegiatan yang terbagi menjadi dua fokus utama:

- o Penataan dan Manajemen Laboratorium: Mahasiswa bersama pengelola laboratorium melakukan identifikasi kondisi sarana, pembenahan inventarisasi alat/bahan, perancangan Dokumen Prosedur Operasional Standar (SOP), pelaksanaan Diskusi Kelompok Terpadu bersama guru pendamping untuk validasi dokumen, hingga proses pengesahan dokumen tata kelola oleh Kepala Sekolah dan Kepala Laboratorium.
- o Pengembangan Modul dan Pelatihan Praktikum: Penyusunan modul praktikum berbasis eksperimen riil dan simulasi maya *Physics Education Technology* (PhET). Selanjutnya dilaksanakan pelatihan dan pendampingan praktikum kepada peserta didik pada topik Pengukuran, Hukum Hooke (Konstanta Pegas), dan Kuat Arus Elektrik.

4. Tahap Evaluasi: Meliputi penilaian tingkat kepuasan mitra, evaluasi tingkat pemahaman peserta didik melalui instrumen angket, serta penyusunan laporan akhir kegiatan pengabdian.



Gambar 1. Alur Tahapan Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Masyarakat.

Tata Kelola dan Pembelajaran Praktikum

Pengelolaan laboratorium mencakup fungsi perencanaan, pengorganisasian, pelaksana-an, dan pengawasan guna menjamin ketersediaan fasilitas belajar yang aman dan terstruktur [11]. Penguatan tata kelola diwujudkan melalui ketersediaan SOP baku yang mengatur alur peminjaman alat, keselamatan kerja, serta perawatan berkala. Dalam mendukung pembelajaran praktikum, integrasi antara pemanfaatan alat laboratorium riil dan media simulasi maya (PhET) diterapkan untuk mengoptimalkan pengalaman belajar peserta didik [6]. Simulasi maya diakses oleh peserta didik menggunakan gawai/telepon pintar, sehingga memungkinkan eksperimen

secara mandiri baik secara dalam jaringan maupun luar jaringan.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data Evaluasi

Pengumpulan data untuk menilai keberhasilan program dilakukan melalui dua instrumen utama:

1. Lembar Penilaian Tata Kelola: Digunakan untuk mengukur kelengkapan dokumen SOP, kerapian inventarisasi alat, dan keabsahan pengesahan dokumen tata kelola laboratorium.
2. Angket Evaluasi Peserta Didik dan Guru: Angket disebarikan kepada peserta didik untuk mengukur tingkat pemahaman konsep setelah praktikum, minat terhadap praktikum Fisika, serta keterlibatan dalam pencatatan inventaris alat laboratorium. Data kuantitatif dari angket dianalisis secara deskriptif persentase untuk menggambarkan proporsi tingkat pemahaman materi peserta didik [12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Legalitas Kerjasama dan Orientasi Kegiatan

Pelaksanaan program pengabdian diawali dengan penyusunan dan penandatanganan dokumen Perjanjian Kerja Sama (*Memorandum of Agreement/MoA*) antara Program Studi Fisika Universitas Muhammadiyah Riau dengan tiga sekolah mitra (SMAN 2 Pekanbaru, SMKN 7 Pekanbaru, dan SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru). Kesepakatan ini menjadi landasan legalitas integrasi program Magang Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM).

Selanjutnya, dilakukan tahap orientasi berupa pembekalan di kampus dan sosialisasi di sekolah mitra untuk menyamakan persepsi pelaksanaan kegiatan antara dosen, mahasiswa, guru pembimbing, serta pengelola laboratorium. Pembekalan

ini mencakup pengenalan lingkungan sarana prasarana sekolah (ruang kelas, laboratorium, dan ruang guru) guna memetakan kebutuhan intervensi manajemen laboratorium secara presisi.



Gambar 2. Dokumentasi Pelaksanaan Orientasi dan Pembekalan Kegiatan Pengabdian.

Restrukturisasi Tata Kelola dan Inventarisasi Laboratorium

Kondisi awal laboratorium di sekolah mitra menunjukkan ketersediaan instrumen praktikum yang relatif memadai, namun belum didukung oleh sistem dokumentasi tata kelola dan penataan inventaris yang terstruktur. Pelaksanaan pengabdian memfasilitasi pendataan ulang seluruh alat dan bahan praktikum Fisika, baik dalam kategori kondisi baik maupun rusak.

Selain perapian fisik, mahasiswa mendampingi penyusunan Dokumen Prosedur Operasional Standar (SOP) Laboratorium yang mencakup: tata tertib, struktur organisasi, alur penggunaan/peminjaman alat, serta prosedur perawatan instrumen. Draft SOP diajukan dan dibahas melalui kegiatan Diskusi Kelompok Terpadu (*Focus Group Discussion/FGD*) yang dihadiri oleh guru-guru IPA dan pengelola laboratorium. Dokumen yang telah dirumuskan secara bersama kemudian disahkan secara resmi oleh Kepala Laboratorium, Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum, dan Kepala Sekolah.



Gambar 3. Penataan Kerapian dan Inventarisasi Laboratorium: (a) Kondisi Sebelum dan (b) Kondisi Sesudah Intervensi Program di salah satu sekolah mitra.



Gambar 4. Pelaksanaan Diskusi Kelompok Terpadu (FGD) Penyusunan Draft Dokumen SOP Laboratorium.

Pengembangan Modul Praktikum dan Pelatihan Eksperimen

Penyusunan modul praktikum dirancang bertahap (alokasi dua hari per modul) yang mengintegrasikan eksperimen riil dan eksperimen berbasis simulasi maya *Physics Education Technology* (PhET). Modul mencakup komponen tujuan, teori dasar, alat dan bahan, serta langkah kerja yang terstruktur. Pelatihan praktikum bagi peserta didik difokuskan pada tiga topik utama:

1. Pengukuran: Menggunakan alat ukur mekanik (jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca O'haus) pada objek kubus dan kelereng untuk mengasah keterampilan presisi membaca skala.
2. Konstanta Pegas (Hukum Hooke): Memanfaatkan media simulasi maya

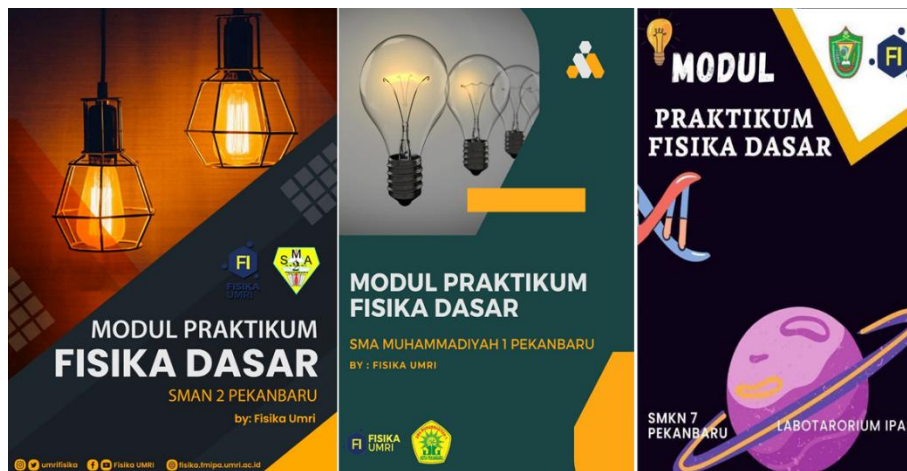
PhET melalui gawai/telepon pintar peserta didik (dapat diakses secara dalam jaringan maupun luar jaringan) untuk mempermudah visualisasi elastisitas.

3. Kuat Arus Elektrik: Penggunaan instrumen kelistrikan dasar untuk persiapan ujian akhir semester.

Pemanfaatan kombinasi eksperimen ini selaras dengan penelitian Abdi *et al.* [7] yang menegaskan bahwa integrasi laboratorium riil dan virtual mampu meningkatkan efisiensi alokasi waktu eksperimen serta memperkuat pemahaman konsep abstrak dalam ilmu Fisika.



Gambar 5. Pelaksanaan Pelatihan dan Pendampingan Praktikum Fisika Riil dan Simulasi Virtual PhET.



Gambar 6. Kumpulan modul praktikum untuk tiap sekolah mitra.

3.4 Evaluasi Dampak Program

Evaluasi kuantitatif dilakukan melalui penyebaran angket terstruktur kepada peserta didik pasca-kegiatan praktikum. Data evaluasi memberikan gambaran komprehensif mengenai dampak intervensi program.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebelum adanya program ini, mayoritas peserta didik (60,0%) belum pernah melakukan praktikum Fisika secara langsung di sekolah. Meskipun demikian, antusiasme peserta didik terhadap praktikum

sangat tinggi (93,3%). Hal ini berdampak positif pada peningkatan pemahaman konsep Fisika peserta didik setelah mengikuti pendampingan praktikum [13].

Seluruh responden (100%) menunjukkan respon positif dalam memahami materi praktikum. Selain itu, 93,3% peserta didik terlibat aktif dalam mencatat dan memelihara perlengkapan praktikum, yang mencerminkan tumbuhnya budaya kepedulian terhadap fasilitas laboratorium. Menurut penelitian Walsh *et al.* [12] dan Pramuda *et al.* [14], pembentukan sikap ilmiah dan tanggung

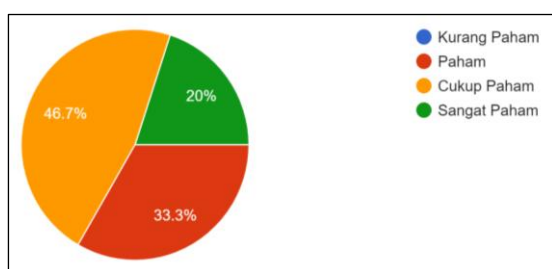
jawab terhadap alat laboratorium merupakan indikator penting dari ketercapaian pembelajaran berbasis laboratorium (*laboratory-based learning*).

Bagi mahasiswa pelaksana, kegiatan ini menjadi wahana *experiential learning* berbasis program MBKM yang terbukti

mengasah *soft skills*, terutama dalam ranah komunikasi publik, kemampuan beradaptasi, kepemimpinan, dan kerja sama tim bersama pihak sekolah [8], [15]. Secara keseluruhan, mitra sekolah memberikan apresiasi tinggi dan mengharapkan keberlanjutan program pada periode berikutnya.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Evaluasi Praktikum dan Sikap Peserta Didik Pasca-Program.

No	Indikator Evaluasi	Hasil/Proporsi Respon	Kategori
1	Pengalaman Praktikum Sebelum Program	40,0% Ya; 60,0% Tidak	Dominan Belum Pernah
2	Minat Terhadap Mata Pelajaran Fisika	73,3% Ya ; 26,7% Tidak	Tinggi
3	Minat Terhadap Kegiatan Praktikum Fisika	93,3% Ya ; 6,7% Tidak	Sangat Tinggi
4	Keterlibatan Pencatatan Perlengkapan	93,3% Ya ; 6,7% Tidak	Sangat Aktif



Gambar 7. Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Peserta Didik Pasca-Pelaksanaan Praktikum.

SIMPULAN

Program pengabdian masyarakat berbasis MBKM ini telah berhasil meningkatkan kualitas tata kelola Laboratorium Fisika di sekolah mitra (SMAN 2 Pekanbaru, SMKN 7 Pekanbaru, dan SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru) melalui penyusunan dan pengesahan dokumen Prosedur Operasional Standar (SOP), perapian inventaris alat, serta ketersediaan modul praktikum berbasis eksperimen riil dan simulasi virtual PhET. Hasil evaluasi dampak menunjukkan peningkatan nyata pada aspek kognitif dan afektif peserta didik, di mana 100% siswa melaporkan peningkatan pemahaman konsep materi (20% sangat paham, 33,3% paham, dan 46,7% cukup paham) serta 93,3% siswa menunjukkan minat tinggi terhadap praktikum dan aktif melakukan

pendataan alat. Selain itu, program ini tidak hanya memberikan manfaat nyata bagi akreditasi dan keberlanjutan manajemen laboratorium sekolah mitra, tetapi juga secara efektif menjadi sarana pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) bagi mahasiswa dalam mengasah keterampilan *soft skills* seperti komunikasi, kepemimpinan, dan kerja sama tim.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada SMAN 2 Pekanbaru, SMKN 7 Pekanbaru, dan SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru atas dukungan, kerja sama, dan partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Apresiasi juga disampaikan kepada kepala sekolah, guru pendamping, serta seluruh peserta didik yang telah berkontribusi dalam setiap tahapan kegiatan, sehingga program pendampingan tata kelola dan praktikum laboratorium Fisika dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sulistiyono, M. Mundilarto, and H. Kuswanto, "Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Kerja Laboratorium Ditinjau dari Ketercapaian Pemahaman Konsep, Sikap Disiplin, dan Tanggung Jawab Siswa SMA," *Compt. J. Ilm.*

- Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–43, 2019, doi: 10.30738/cjipf.v6i1.4689.
- [2] M. M. Chusni, “Analysis of Laboratory Management Capability and Literacy Level of Science Physics Teacher,” *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 8, no. 3, pp. 203–210, 2018, doi: 10.30998/formatif.v8i3.2745.
- [3] N. Suseno and R. Riswanto, “Program Optimalisasi Peran Laboratorium Fisika SMA di Kota Metro, Lampung,” *J. Pengabdi. Pada Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 149–158, 2017, doi: 10.30653/002.201722.28.
- [4] N. Suseno and R. Riswanto, “Sistem Pengelolaan Laboratorium Fisika untuk Mewujudkan Pelaksanaan Praktikum yang Efisien,” *J. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 76–86, 2017, doi: 10.24127/jpf.v5i1.743.
- [5] I. K. Mahardika *et al.*, “Efektivitas Phet Simulation Sebagai Media Pembelajaran Fisika Dasar I Mahasiswa S1 Pendidikan IPA,” *J. Ilm. Wahana Pendidikan, Desember*, vol. 8, no. 23, pp. 463–468, 2022.
- [6] Y. Theasy, A. Bustan, and M. Nawir, “Penggunaan Media Laboratorium Virtual PhET Simulation untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Sekolah,” *Variabel*, vol. 4, no. 2, pp. 39–45, Oct. 2021, doi: 10.26737/var.v4i2.2607.
- [7] M. U. Abdi, M. Mustafa, and A. U. T. Pada*, “Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik,” *J. IPA Pembelajaran IPA*, vol. 5, no. 3, pp. 209–218, 2021, doi: 10.24815/jipi.v5i3.21774.
- [8] Y. Fauziah and D. Vantissaha, “Pengaruh Implementasi Kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) terhadap Mahasiswa di Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Esa Unggul,” *Abdimas*, vol. 8, no. 2, pp. 117–123, 2021.
- [9] Rafi Akbar Suryana, Yanti Tayo, and  <https://doi.org/10.37859/jpumri.v10i2.12566>
- Weni A. Arindawati, “Experiential Learning Program Magang dan Studi Independen Bersertifikat Terhadap Kompetensi Mahasiswa,” *J. Komun. Univers.*, vol. 7, no. 1, pp. 85–94, Feb. 2025, doi: 10.38204/komversal.v7i1.2137.
- [10] A. Annisa, N. Farhana Haris, S. Vannes Farawasi, M. Junus, and O. Mutmainah, “Evaluasi Pengelolaan Laboratorium Fisika di Kota Samarinda,” *J. Literasi Pendidik. Fis.*, vol. 4, no. 1, pp. 52–62, 2023, doi: 10.30872/jlpf.v4i1.1654.
- [11] R. Raihanati, U. R. Fitri, and M. Fajrin, “Integrated Course for Improve Student Competencies on School Physics Laboratory Management,” *J. Penelit. Pengemb. Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 89–96, 2017, doi: 10.21009/1.03112.
- [12] C. Walsh, H. J. Lewandowski, and N. G. Holmes, “Skills-focused lab instruction improves critical thinking skills and experimentation views for all students,” *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, vol. 18, no. 1, p. 010128, 2022, doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010128.
- [13] B. M. Zwickl, T. Hirokawa, N. Finkelstein, and H. J. Lewandowski, “Epistemology and expectations survey about experimental physics: Development and initial results,” *Phys. Rev. - Phys. Educ. Res.*, vol. 10, no. 1, p. 010120, 2014, doi: 10.1103/PhysRevSTPER.10.010120.
- [14] A. Pramuda, L. Angraeni, S. Hadiati, and M. Sasono, “The Best Laboratory Work Type to Improve Higher Order Thinking Skills and Scientific Attitude,” *J. Pendidik. Fis. dan Keilmuan*, vol. 8, no. 2, pp. 8–15, 2023, doi: 10.25273/jpfk.v8i2.10223.
- [15] J. Kuncoro, A. Handayani, and T. Suprihatin, “Peningkatan Soft Skill Melalui Kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM),” *Peningkatan Soft Skill Melalui Kegiat. Merdeka Belajar Kampus Merdeka Proyeksi*, vol. 17, no. 1, pp. 112–126, 2022.