

PELATIHAN KELOMPOK GURU SMP MALAKA TENGAH DALAM PEMANFAATAN REAL LABORATORY DAN VIRTUAL LABORATORY MATERI FISIKA

Fakhruddin*, I Wayan Sukarjita, Yusniati H. Muh. Yusuf, Welhelmina Kameo,
Markus Simeon K. Maubuthy, Tri Ayu Lestari

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusa Cendana

*Email: fakhruddin@staf.undana.ac.id

Naskah diterima: 24-08-2025, disetujui: 09-11-2025, diterbitkan: 09-11-2025

DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jppm.v8i4.10051>

Abstrak - Pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga mengembangkan keterampilan psikomotor dan sikap ilmiah siswa. Namun, praktik di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan praktikum masih jarang dilakukan di sekolah menengah pertama, terutama karena keterbatasan fasilitas, rendahnya keterampilan guru dalam mengoperasikan alat, serta minimnya motivasi untuk memanfaatkan laboratorium. Menanggapi kondisi tersebut, Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dilaksanakan di SMP Negeri 1 Malaka Tengah dengan tema “Pelatihan Penggunaan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* pada Materi Fisika.” Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan praktikum berbasis *Real Laboratory* menggunakan KIT IPA-Fisika dan *Virtual Laboratory* berbasis PhET *Simulation*. Pelatihan dilaksanakan melalui lima sesi, meliputi penguatan konsep listrik dan optik, pengenalan alat praktikum, penggunaan KIT IPA-Fisika, pemanfaatan PhET *Simulation*, serta pendampingan praktikum. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual, keterampilan praktis, dan kepercayaan diri guru dalam melaksanakan pembelajaran berbasis eksperimen. Kombinasi laboratorium nyata dan virtual terbukti saling melengkapi, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, aman, dan kontekstual. Program ini diharapkan menjadi langkah awal perubahan paradigma pembelajaran sains menuju arah yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Kata kunci: pembelajaran fisika, *Real Laboratory*, *Virtual Laboratory*, PhET *Simulation*, keterampilan guru

LATAR BELAKANG

Pembelajaran sains, termasuk fisika, tidak hanya bertujuan membekali siswa SMP dengan pengetahuan konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan psikomotor dan sikap ilmiah. Hal ini sejalan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 Pasal 25 Ayat (4) tentang Standar Nasional Pendidikan, yang menegaskan bahwa kompetensi lulusan mencakup ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Namun, praktik di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di banyak sekolah masih berfokus pada ranah kognitif, sementara ranah psikomotor—yang mencakup keterampilan proses sains—serta aspek afektif seperti sikap ilmiah kurang mendapatkan perhatian. Padahal, keterampilan psikomotor dan sikap ilmiah sangat penting untuk membantu siswa mengaitkan konsep abstrak dengan fenomena nyata, meningkatkan

rasa ingin tahu, serta melatih kemampuan berpikir ilmiah (Wibowo & Marzuqi, 2022).

Penelitian menunjukkan bahwa rendahnya sikap ilmiah siswa SMP disebabkan oleh proses pembelajaran yang masih didominasi metode ceramah dengan sedikit variasi diskusi (Saragih *et al.*, 2024). Kondisi ini membuat siswa kurang mendapat kesempatan untuk bereksperimen, mengeksplorasi, dan membangun pengetahuan secara aktif. Padahal, pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga menumbuhkan sikap ilmiah sebagai bagian penting dalam pembentukan karakter berpengetahuan ilmiah (Fakhrudin *et al.*, 2016). Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan perangkat pembelajaran yang mampu menggugah rasa ingin tahu siswa, menyajikan masalah nyata, dan mengikuti perkembangan teknologi, sehingga sikap ilmiah dapat

ditingkatkan melalui pembelajaran yang kontekstual dan bermakna (Gunada *et al.*, 2017).

Laboratorium memiliki peran sentral dalam pembelajaran fisika karena memungkinkan siswa melakukan eksperimen, mengamati fenomena, dan mengembangkan keterampilan proses sains (Anggereni *et al.*, 2021; Annisa *et al.*, 2023). Melalui kegiatan praktikum, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoretis, tetapi juga memperoleh pengalaman langsung dalam penemuan ilmiah, seperti menjawab pertanyaan, memberikan solusi, hingga merencanakan dan melaksanakan kegiatan eksperimen. Proses ini dapat membantu siswa meningkatkan keterampilan teknik laboratorium sekaligus memperdalam pemahaman konsep sains (Siti *et al.*, 2015). Interaksi langsung dengan alat dan bahan praktikum juga memberi kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan secara konkret (Akbar, 2025; Irsan *et al.*, 2025).

Namun, meskipun pemerintah telah berupaya menyediakan sarana, praktik di lapangan menunjukkan bahwa kegiatan laboratorium masih jarang dilakukan. Hambatan yang dihadapi meliputi keterbatasan fasilitas, kurangnya keterampilan guru dalam mengelola alat, serta rendahnya motivasi untuk memanfaatkan laboratorium (Andarias *et al.*, 2025). Secara umum, kegiatan praktikum dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory*. *Real Laboratory* memberi pengalaman langsung kepada siswa (Susilawati *et al.*, 2015), tetapi membutuhkan fasilitas lengkap dan memiliki risiko keselamatan (Daryono, 2025). Sebaliknya, *Virtual Laboratory* berbasis teknologi komputer dapat mengatasi keterbatasan tersebut dan menyediakan simulasi eksperimen secara interaktif (Almira *et al.*, 2023; Dirwan, 2022). Salah satu aplikasi yang populer adalah *PhET Simulation*, yang mampu

memvisualisasikan konsep abstrak secara interaktif dan memudahkan guru dalam menjelaskan materi fisika.

Hasil observasi dan wawancara di SMPN 1 Malaka Tengah menunjukkan bahwa guru jarang melaksanakan praktikum, bahkan kurang dari dua kali dalam satu semester. Guru lebih banyak menyampaikan materi secara teoritis tanpa memanfaatkan laboratorium. Kendala utama meliputi kurangnya penguasaan guru terhadap alat, rendahnya motivasi untuk menggunakan laboratorium, serta penataan alat dan bahan yang belum memadai. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterampilan psikomotor siswa dan terbatasnya pengalaman langsung dalam melakukan eksperimen fisika.

Menanggapi permasalahan tersebut, Tim PKM dari Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nusa Cendana melaksanakan pelatihan bagi guru IPA SMP di Kecamatan Malaka Tengah. Pelatihan difokuskan pada penggunaan KIT IPA Fisika untuk materi listrik dan optik, serta penerapan praktikum berbasis *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* menggunakan *PhET Simulation*. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktikum, serta kreativitas guru dalam merancang pembelajaran berbasis eksperimen yang berkelanjutan di sekolah masing-masing.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan metode pelatihan dan pembinaan keterampilan bagi guru mitra SMP di Malaka Tengah. Fokus kegiatan adalah melatih guru agar terampil dalam merancang dan melaksanakan praktikum fisika, khususnya pada materi listrik dan optik, dengan memanfaatkan *Real Laboratory* berbasis KIT IPA-Fisika serta *Virtual Laboratory* menggunakan *PhET Simulation*. Melalui kegiatan ini, guru diharapkan tidak hanya

memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga keterampilan praktis dan kepercayaan diri untuk mengintegrasikan metode eksperimen dalam pembelajaran di kelas.

Tahapan kegiatan dilaksanakan secara sistematis. Pertama, tim menetapkan dua kelompok instruktur dengan kompetensi berbeda. Instruktur pertama adalah tim *Real Laboratory* yang bertugas memberikan penguatan konsep materi fisika dan membimbing penggunaan alat-alat praktikum nyata. Instruktur kedua adalah tim *Virtual Laboratory* yang berfokus pada penerapan praktikum berbasis simulasi komputer untuk memvisualisasikan konsep abstrak. Setelah itu, guru peserta dilatih memperkuat konsep-konsep listrik dan optik sesuai pendekatan praktikum nyata maupun virtual. Tahap berikutnya adalah pelatihan keterampilan guru dalam melakukan percobaan dengan KIT IPA-Fisika dan PhET *Simulation*, termasuk cara merancang, merakit, serta menjalankan percobaan. Pada tahap integrasi, guru diarahkan untuk memanfaatkan hasil praktikum tersebut sebagai strategi menjelaskan konsep-konsep fisika dalam pembelajaran di kelas. Selanjutnya, dilakukan pendampingan berkelanjutan untuk memastikan guru dapat mengimplementasikan baik *Real Laboratory* maupun *Virtual Laboratory* dalam pembelajaran fisika di sekolah.

Pelaksanaan kegiatan ini ditopang oleh tim dengan kualifikasi dan kepakaran yang sesuai. Ketua tim, Drs. Fakhruddin, M.Si., memiliki pengalaman luas dalam pembelajaran IPA-Fisika SMP, sehingga bertanggung jawab penuh terhadap perencanaan, pelaksanaan, dan keberlanjutan program PKM, sekaligus memimpin pelatihan penggunaan laboratorium nyata dan virtual. Dr. I Wayan Sukarjita, S.Pd., M.Si., berkompetensi dalam pembelajaran fisika sehingga berperan memperkuat pemahaman konsep listrik dan optik dengan pendekatan aplikatif. Anggota lain, Yusniati H.

Muh. Yusuf, S.Si., M.Pd., dan Markus S. K. Maubuthy, M.Pd., yang berkompetensi dalam pengembangan metode praktikum *Real Laboratory*, bertugas melatih guru dalam penggunaan KIT IPA-Fisika untuk materi listrik dan optik. Sementara itu, Welhelmina Kameo, S.Pd., M.Pd., dan Tri Ayu Lestari, S.Si., M.Si., berfokus pada pelatihan praktikum berbasis *Virtual Laboratory* melalui PhET *Simulation*, terutama dalam menjelaskan konsep-konsep listrik dan optik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dengan tema “Pelatihan Penggunaan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* pada Materi Fisika” dilaksanakan pada Rabu, 11 Juni 2025 di SMPN 1 Malaka Tengah, Kabupaten Malaka. Kegiatan diikuti oleh 20 guru mata pelajaran IPA tingkat SMP dari berbagai sekolah di wilayah Malaka Tengah. Kehadiran peserta mencerminkan antusiasme sekaligus komitmen untuk meningkatkan kompetensi profesional, khususnya dalam pemanfaatan laboratorium nyata (*Real Laboratory*) dan laboratorium virtual (*Virtual Laboratory*) dalam pembelajaran fisika.



Gambar 1. Pembukaan Kegiatan PKM oleh Kepala Sekolah SMPN Malaka Tengah

Acara dibuka oleh Kepala SMPN 1 Malaka Tengah dan dilanjutkan dengan sambutan Ketua Tim PKM Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nusa Cendana. Dalam sambutan tersebut ditegaskan

pentingnya penguasaan keterampilan guru dalam merancang pembelajaran berbasis eksperimen sebagai sarana menumbuhkan sikap ilmiah dan keterampilan psikomotor siswa. Dokumentasi kegiatan memperlihatkan suasana awal yang penuh semangat, baik dari pihak penyelenggara maupun peserta.



Gambar 2. Peserta Kegiatan PKM

A. Sesi 1: Penguatan Konsep Listrik dan Optik

Gambar 3 memperlihatkan kegiatan pemaparan materi listrik dan optik oleh Dr. I Wayan Sukarjita, S.Pd., M.Si., dosen senior Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nusa Cendana yang berpengalaman dalam bidang pendidikan fisika. Pada sesi ini, guru diajak mengkaji kembali konsep dasar seperti hukum Ohm, rangkaian listrik sederhana, serta pembentukan bayangan pada lensa cembung. Materi disampaikan secara aplikatif dengan mengaitkan konsep abstrak pada fenomena sehari-hari agar lebih mudah dipahami oleh siswa SMP. Penyampaian tidak hanya bersifat teoritis, melainkan juga menekankan pentingnya keterkaitan antara teori dan pengalaman nyata sebagai dasar pengembangan keterampilan ilmiah siswa.



Gambar 3. Pemaparan Materi Konsep Materi Listrik dan Optik

B. Sesi 2: Pengenalan Konsep Fisika dengan Real dan Virtual Laboratory

Gambar 4 menampilkan pemaparan materi oleh Drs. Fakhruddin, M.Si., dosen senior Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nusa Cendana dengan kepakaran pada pengelolaan laboratorium fisika. Pada sesi ini, guru diperkenalkan pada Komponen Instrumen Terpadu (KIT) IPA-Fisika sebagai perangkat praktikum yang dapat digunakan dalam pembelajaran listrik dan optik. Narasumber menjelaskan fungsi berbagai alat dasar, seperti sumber arus, multimeter, resistor, lensa, dan cermin, serta mendemonstrasikan cara merangkainya untuk mendukung pembelajaran berbasis eksperimen. Melalui kegiatan ini, guru memperoleh wawasan baru mengenai pemanfaatan KIT sebagai solusi praktis dalam mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah. Selain itu, guru dibekali keterampilan awal untuk mengintegrasikan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* secara seimbang. Dengan demikian, pembelajaran IPA-Fisika di kelas diharapkan dapat berlangsung lebih kontekstual, interaktif, sekaligus menumbuhkan sikap ilmiah dan keterampilan psikomotor siswa.



Gambar 4. Pemaparan Materi Konsep Fisika dengan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory*

C. Sesi 3: Pengenalan Alat Praktikum dengan Real Laboratory

Gambar 5 memperlihatkan kegiatan pemaparan materi pengenalan alat praktikum listrik dan optik melalui pendekatan *Real Laboratory*. Sesi ini tidak hanya bertujuan

memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan peralatan laboratorium nyata. Narasumber menjelaskan prinsip dasar materi listrik dan optik yang umum diajarkan di SMP, seperti hukum Ohm, rangkaian seri-paralel, dan pembentukan bayangan pada lensa cembung. Penjelasan dikaitkan langsung dengan penerapan praktis menggunakan Komponen Instrumen Terpadu (KIT) IPA-Fisika, sehingga guru dapat memahami keterhubungan antara teori dan eksperimen. Setelah pemaparan, narasumber mendemonstrasikan penggunaan alat secara bertahap. Guru diperlihatkan cara merangkai sumber listrik dengan resistor, mengukur tegangan dan arus menggunakan multimeter, serta mengamati pengaruh perubahan hambatan terhadap arus listrik. Pada materi optik, guru diperlihatkan penggunaan lensa dan layar untuk mengamati pembentukan bayangan, kemudian membandingkan hasilnya dengan prediksi teoretis.



Gambar 5. Pemaparan Materi Pengenalan Alat Praktikum dengan *Real Laboratory*

D. Pengenalan Virtual Laboratory dengan PhET Simulation

Gambar 6 memperlihatkan kegiatan pemaparan materi listrik dan optik dengan menggunakan *Virtual Laboratory* berbasis PhET *Interactive Simulations*. Sesi ini difokuskan pada pemanfaatan teknologi digital sebagai alternatif sekaligus pelengkap praktikum konvensional di laboratorium nyata. Narasumber terlebih dahulu menjelaskan

filosofi penggunaan laboratorium virtual, yaitu sebagai sarana untuk menjembatani keterbatasan fasilitas, menghemat waktu, serta meminimalisasi risiko keselamatan dalam eksperimen. Ditekankan bahwa *Virtual Laboratory* bukan untuk menggantikan laboratorium nyata, melainkan sebagai solusi pendukung yang mampu menghadirkan pengalaman belajar interaktif ketika kondisi laboratorium sekolah kurang memadai. Selanjutnya, guru diperkenalkan pada berbagai fitur PhET, mulai dari cara mengakses melalui laman resmi, memilih jenis simulasi sesuai materi, hingga menyesuaikan parameter sesuai kebutuhan pembelajaran. Dua simulasi yang digunakan dalam sesi ini adalah "*Ohm's Law*" dan "*Geometric Optics*". Melalui simulasi Hukum Ohm, guru dapat memvisualisasikan hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan tanpa harus merangkai alat fisik yang kompleks. Sementara itu, simulasi Optika Geometri membantu guru memperlihatkan proses pembentukan bayangan pada lensa cembung secara jelas, interaktif, dan dapat diulang berkali-kali.



Gambar 6. Pemaparan Materi Pengenalan Alat Praktikum dengan *Virtual Laboratory PhET Simulation*

E. Sesi 5: Pendampingan

Gambar 7 dan Gambar 8 memperlihatkan suasana sesi pendampingan, di mana para peserta diberikan kesempatan untuk melakukan praktikum secara mandiri setelah memperoleh pemaparan materi pada empat sesi sebelumnya.

Praktikum ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu eksperimen menggunakan *Real Laboratory* dengan KIT IPA-Fisika dan eksperimen menggunakan *Virtual Laboratory* berbasis PhET *Simulation*. Untuk memaksimalkan efektivitas, peserta dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil. Setiap kelompok diminta merancang percobaan sederhana, menjalankan prosedur praktikum sesuai langkah ilmiah, mencatat hasil pengamatan, serta mendiskusikan temuan bersama anggota kelompok lainnya. Pola kerja kolaboratif ini mendorong interaksi aktif antarguru, sekaligus memberikan ruang untuk berbagi pengalaman dan strategi yang dapat diterapkan di sekolah masing-masing.



Gambar 7. Sesi Pendampingan yaitu peserta melakukan praktikum



Gambar 8. Sesi Pendampingan yaitu peserta melakukan praktikum

Tim PKM turut mendampingi secara intensif, baik dari segi teknis maupun pedagogis. Pada praktikum *Real Laboratory*, pendampingan mencakup perakitan rangkaian

listrik sederhana, penggunaan multimeter, dan penerapan prosedur keselamatan kerja di laboratorium. Sementara pada *Virtual Laboratory*, guru dibimbing dalam mengoperasikan simulasi, menyesuaikan parameter, menafsirkan hasil visualisasi, serta menghubungkannya dengan fenomena nyata yang dipelajari siswa SMP.

Bagi sebagian besar guru, aktivitas ini merupakan pengalaman baru yang berharga. Guru yang sebelumnya jarang atau bahkan tidak pernah melaksanakan praktikum karena keterbatasan fasilitas merasa lebih percaya diri setelah memperoleh kesempatan praktik langsung. Mereka menyadari bahwa penggunaan kombinasi *Real* dan *Virtual Laboratory* dapat saling melengkapi: *Real Laboratory* memberikan pengalaman nyata dalam mengoperasikan alat, sementara *Virtual Laboratory* menawarkan fleksibilitas, keamanan, dan kemudahan visualisasi konsep abstrak.

Secara keseluruhan, kegiatan PKM ini memberikan dampak positif yang signifikan bagi guru-guru IPA SMP di Kecamatan Malaka Tengah. Peningkatan kompetensi terlihat baik pada aspek konseptual, melalui pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi listrik dan optik, maupun pada aspek teknis, melalui keterampilan penggunaan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory*. Guru tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga pengalaman praktis yang dapat langsung diterapkan dalam pembelajaran di sekolah.

Dengan demikian, kegiatan PKM ini tidak hanya berperan sebagai pelatihan sesaat, tetapi juga menjadi titik awal perubahan paradigma pembelajaran sains di Malaka Tengah. Jika didukung dengan tindak lanjut berkelanjutan, maka capaian kegiatan ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan mutu pendidikan sains di Nusa Tenggara Timur secara lebih luas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan PKM dengan tema “Pelatihan Penggunaan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* pada Materi Fisika” telah berhasil meningkatkan kompetensi guru IPA SMP di Kecamatan Malaka Tengah, baik pada aspek konseptual maupun keterampilan teknis. Melalui lima sesi pelatihan yang meliputi penguatan konsep listrik dan optik, pengenalan penggunaan KIT IPA-Fisika, serta pemanfaatan PhET *Interactive Simulations*, guru memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang keterkaitan teori dengan eksperimen, serta pengalaman langsung dalam mengoperasikan laboratorium nyata maupun virtual. Selain itu, sesi pendampingan memberikan kesempatan bagi guru untuk berlatih secara mandiri, sehingga menumbuhkan kepercayaan diri, kreativitas, dan motivasi untuk lebih sering melaksanakan praktikum di sekolah. Kombinasi penggunaan *Real Laboratory* dan *Virtual Laboratory* terbukti saling melengkapi: laboratorium nyata memberikan pengalaman langsung dalam pengoperasian alat, sedangkan laboratorium virtual menghadirkan fleksibilitas, keamanan, serta kemudahan dalam memvisualisasikan konsep abstrak.

Secara keseluruhan, kegiatan PKM ini tidak hanya memberikan manfaat jangka pendek berupa peningkatan pengetahuan dan keterampilan guru, tetapi juga membuka jalan bagi perubahan paradigma pembelajaran sains yang lebih interaktif, kontekstual, dan inovatif di wilayah Malaka Tengah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana PKM mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendukung pendanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Nusa Cendana atas dukungan hibah pengabdian yang menjadi dasar terlaksananya kegiatan ini hingga tersusunnya jurnal ini. Penghargaan yang sama diberikan kepada Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Malaka, Kepala SMP Negeri 1 Malaka Tengah, serta seluruh guru peserta pelatihan yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap sesi kegiatan. Apresiasi juga diberikan kepada para narasumber dan tim instruktur dari Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nusa Cendana yang telah memberikan kontribusi ilmu, tenaga, dan waktu sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar dan mencapai hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I. M. (2025). Virtual Laboratorium Sebagai Media Pembelajaran Karakter Siswa: Studi Literatur. *JHP: Jurnal Harmoni Pendidikan*, 1(1), 1–8.
- Almira, H. T., Rini, E. F. S., & Arrahman, D. R. (2023). Literature Review : Analisis Penggunaan Virtual Lab Untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa dalam Kegiatan Pembelajaran. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains, September)*, 317–325.
- Andarias, S. H., Fitriani B, Onde, M. L. O., Ferriyanti, & Sapna Pertiwi. (2025). Pelatihan Penggunaan Peralatan Laboratorium untuk Meningkatkan Pemahaman dan Keterampilan Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Room of Civil Society Development*, 4(2), 257–267.
- Anggereni, S., Suhardiman, S., & Amaliah, R. (2021). Analisis Ketersediaan Peralatan, Bahan Ajar, Administrasi Laboratorium, Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum di Laboratorium Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 414.
- Annisa, A., Haris, N. F., Farawasi, S. V., Junus,

- M., & Octaviani, M. (2023). Evaluasi Manajemen Laboratorium Fisika di Kota Samarinda. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 4(1), 52–62.
- Daryono, R. N. H. (2025). Asesmen Tingkat Potensi Bahaya dan Fasilitas Keselamatan Kerja di Laboratorium Pendidikan. *Journal Development, Community Management*, 7(1), 197–207.
- Dirwan, F. (2022). *Efektivitas Laboratorium Virtual Pada Praktikum* [Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh]. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/27566/%0A>
- Fahrudin, Jufri, A. W., & Jamaluddin. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Terhadap Hasil Belajar Kognitif Ditinjau Dari Kemampuan Akademik Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(1), 123–133.
- Gunada, I. W., Sahidu, H., & Sutrio, S. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Sikap Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(1), 38–46.
- Irsan, Meidji, I. U., & Jayadi, H. (2025). Penerapan Laboratorium Virtual Listrik Dinamis Untuk Meningkatkan Aktivitas Peserta Didik. *Jurnal Pengabdian Indonesia (JPI)*, 1(2), 160–167.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2005). Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 41.
- Saragih, F., Nggandung, Y., Data, A., Loe, A. P., Abolladaka, J., & Lulan, N. A. (2024). Pelatihan Refleksi Pembelajaran yang Bervariasi pada SMP Negeri 9 Kupang. *Kelimutu Journal of Community Service*, 4(2), 18–28.
- Siti, R., Ngazizah, N., & Kurniawan, E. S. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Laboratorium Fisika Berbasis Literasi Sains Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Dan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Sma Negeri 10 Purworejo Tahun Pelajaran 2014/2015. *RADIASI: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 7(2), 19–24.
- Susilawati, Ristanto, S., & Khoiri, N. (2015). Pembelajaran *Real Laboratory* dan Tugas Mandiri Fisika pada Siswa SMK sesuai dengan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 4341–4350.
- Wibowo, A. T., & Marzuqi, A. (2022). Pengembangan Kit Optik sebagai Media Praktikum Cahaya dan Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Edutraind: Jurnal Pendidikan dan Pelatihan*, 6(1), 18–28.