

Peningkatan Pembelajaran Fisika melalui Praktikum Interaktif Kolaboratif di MA Al-Machfudzoh Sidoarjo Jawa Timur

Supadi¹, Samian², Fadli Ama³, Deny Arifianto⁴, Nurul Fitriyah⁵, Suryani Dyah Astuti⁶, Winarno^{*7}

^{1,2,6,7}Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Indonesia

³Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Indonesia

⁴Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga, Indonesia

⁵Department of Physics, Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore

*e-mail: winarno@fst.unair.ac.id⁷

Artikel dikirim: 16 Oktober 2025; Revisi-1: 13 November 2025; Revisi-2: 20 November 2025; Diterima: 23 November 2025; Dipublikasikan: 12 Desember 2025

Abstrak

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang tidak disukai bahkan menjadi momok bagi pelajar Sekolah Menengah Atas sederajat, salah satunya adalah Madrasah Aliyah Al-Machfudzoh Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur. Cara belajar konvensional sering kali tidak memberikan solusi yang komprehensif. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas belajar siswa adalah melalui praktikum interaktif. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan mutu pembelajaran Fisika di MA Al-Machfudzoh Sidoarjo melalui penerapan praktikum interaktif kolaboratif. Kegiatan dilakukan dengan pendekatan partisipatif antara dosen, guru, dan siswa melalui perancangan dan implementasi dua praktikum: Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser. Evaluasi dilakukan melalui observasi, pengukuran hasil eksperimen, serta kuesioner kepuasan peserta. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual dan keterampilan eksperimen siswa. Hal ini ditunjukkan dengan hasil perhitungan resistansi melalui percobaan jembatan Wheatstone mencapai akurasi 96,37% dibandingkan alat ukur standar. Selain itu, pada percobaan Difraksi Laser hasil menunjukkan pola intensitas sesuai dengan teori difraksi celah tunggal. Seluruh peserta memberikan respons sangat positif terhadap materi, fasilitas, dan pendampingan selama kegiatan PKM. Program PKM ini berdampak pada peningkatan kapasitas guru dan siswa dalam mengelola praktikum serta memperkuat kolaborasi antara Universitas Airlangga dan madrasah Aliyah Al-Machfudzoh.

Kata Kunci: Al-Machfudzoh, Fisika, Pembelajaran, Pengembangan Infrastruktur, Praktikum Interaktif

Abstract

Physics is often perceived as challenging and unfavorable subject by high school students, including those at Madrasah Aliyah Al-Machfudzoh Jabon, Sidoarjo, East Java. Conventional learning methods frequently fail to provide comprehensive solutions. One approach to improving students' learning quality is through interactive laboratory practice. Therefore, this Community Service Program aimed to enhance the quality of Physics learning at MA Al-Machfudzoh Sidoarjo through the implementation of interactive and collaborative practical work. The activities employed a participatory approach involving lecturers, teachers, and students in the design and execution of two specific experiments: the Wheatstone Bridge and Laser Diffraction. Evaluation was conducted through observation, measurement of experimental results, and participant satisfaction questionnaires. The activity results demonstrated an improvement in students' conceptual understanding and experimental skills. Specifically, the resistance calculation results from the Wheatstone Bridge experiment achieved an accuracy of 96.37% compared to standard measuring instruments. Furthermore, the Laser Diffraction experiment successfully showed an intensity pattern consistent with the single-slit diffraction theory. All participants provided a highly positive response regarding the material, facilities, and mentorship provided during the PKM. This program contributed to enhancing the capacity of teachers and students in managing practical sessions and strengthening the collaboration between Universitas Airlangga and Madrasah Aliyah Al-Machfudzoh.

Keywords: Al-Machfudzoh, Education, Infrastructure Development, Interactive Practicum, Physics

1. PENDAHULUAN

Fisika merupakan mata pelajaran fundamental yang bertujuan melatih kemampuan berfikir kritis, analitis, dan memecahkan masalah (Rezki & Yanto, 2025; Wani et al., 2025) dimana kompetensi ini vital di era Revolusi Industri 4.0 dan 5.0 (Khery et al., 2022). Namun, Fisika sering dianggap sebagai “momok” oleh sebagian pelajar karena konsepnya yang abstrak dan sulit dipahami (Nurmadanti, 2021). Realitas ini diperkuat dengan hasil dari Programme for International Student Assessment (PISA) yang menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia berada masih di bawah rata-rata negara-negara Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), sehingga hal tersebut mengindikasikan bahwa kelemahan mendasar pada keterampilan berpikir ilmiah (Yusmar & Fadilah, 2023).

Hal ini juga terjadi pada salah satu lembaga pendidikan Madrasah Aliyah (MA) Al-Machfudzoh yang berada di desa Kedungcangkring, kecamatan Jabon, Sidoarjo, Jawa Timur. Pembelajaran Fisika di MA ini masih di dominasi metode konvensional yang fokus pada guru dalam memberikan ceramah di depan kelas. Akibatnya, peserta didik cenderung pasif, menghafal rumus tanpa memahami makna fisisnya, serta tidak tahu bagaimana penerapannya pada konteks dunia nyata (Nurul, 2022). Adanya kesenjangan antara tujuan pendidikan dan praktik pembelajaran disebabkan salah satunya adalah faktor internal, seperti keterbatasan fasilitas laboratorium, minimnya alat peraga, serta kompetensi guru dalam merancang dan melaksanakan praktikum yang efektif masih kurang (Pratiwi et al., 2021).

Dalam menghadapi tantangan pembelajaran Fisika yang masih banyak menggunakan metode konvensional, kegiatan praktikum atau eksperimen berperan sebagai solusi pedagogis yang penting. Melalui praktikum, peserta didik dapat mengembangkan Keterampilan Proses Sains (KPS) seperti kemampuan mengamati, mengukur, dan menganalisis, yang menjadi komponen utama literasi sains yang masih perlu ditingkatkan (Yunita & Nurita, 2021). Selain itu, pendekatan berbasis eksperimen terbukti efektif dalam menghubungkan konsep Fisika yang bersifat abstrak dengan fenomena nyata di lingkungan sekitar, sehingga mampu meminimalkan miskonsepsi serta memperdalam pemahaman siswa (Santhalia & Yuliati, 2021). Oleh sebab itu, peningkatan kompetensi guru dalam merancang serta memfasilitasi kegiatan praktikum menjadi faktor kunci agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara aktif dan berorientasi pada pengalaman langsung (Malik & Susanti, 2021).

Upaya dalam mengatasi permasalahan pembelajaran Fisika, khususnya di MA Al-Machfudzoh memerlukan keterlibatan banyak pihak serta intervensi yang bersifat strategis. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dirancang sebagai solusi alternatif melalui pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen atau praktikum interaktif. Penerapan praktikum dalam metode pembelajaran telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas hasil belajar, serta dapat mengembangkan kemampuan penalaran ilmiah siswa (Wahyuningsi et al., 2020). Program PKM ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep Fisika, mengasah keterampilan motorik melalui praktikum interaktif, serta membangun kapasitas guru dan siswa MA Al-Machfudzoh dalam mengelola praktikum secara mandiri dan berkelanjutan.

Kegiatan PKM ini memiliki relevansi dengan upaya pemerintah dalam peningkatan kualitas pendidikan nasional, khususnya dalam mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) nomor 4 tentang Pendidikan Berkualitas, melalui peningkatan mutu pembelajaran pada jenjang Sekolah Menengah Atas atau yang sederajat (Puspitasari, 2025). Keterlibatan dosen sebagai agen transfer pengetahuan dan teknologi turut memperkuat pelaksanaan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) serta mendukung peran Universitas Airlangga dalam memperkuat ekosistem pendidikan di MA Al-Machfudzoh.

2. METODE

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan di Madrasah Aliyah (MA) Al-Machfudzoh yang berlokasi di desa Kedungcangkring, kecamatan Jabon, kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini dengan mempertimbangkan karakteristik MA Al-

Machfudzoh sebagai lembaga pendidikan berbasis pesantren yang mengintegrasikan nilai-nilai keislaman dan ilmu pengetahuan umum, sehingga kegiatan PKM ini diharapkan mampu menjembatani dua pendekatan tersebut melalui pembelajaran sains yang kontekstual.

Pelaksanaan kegiatan berlangsung dalam kurun waktu April hingga November 2025. Perencanaan kegiatan PKM ini mengikuti kaidah pelaksanaan pengabdian masyarakat sebagaimana diatur dalam Panduan MBKM Universitas Airlangga, yang menekankan aspek keberlanjutan, kolaborasi, dan dampak sosial. Rangkaian kegiatan meliputi berbagai aktivitas yang telah dirancang secara sistematis dan berkelanjutan. Seluruh kegiatan dilakukan melalui kolaborasi antara tim dosen dari Departemen Fisika Universitas Airlangga yang terdiri dari dosen Fisika yang memiliki kepakaran dibidang instrumentasi dan optika, guru mata Pelajaran Fisika, dan siswa MA Al-Machfudzoh yang menjadi mitra utama dalam kegiatan ini. Rangkaian kegiatan PKM disusun secara terencana dalam Time line pelaksanaan kegiatan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Time line kegiatan PKM di MA Al-Machfudzoh

No.	Waktu pelaksanaan	Kegiatan
1.	28 April 2025	Identifikasi masalah dan analisis situasi
2.	Mei – Juni 2025	Perancangan solusi dan pembuatan perangkat praktikum
3.	29 Juni 2025	Koordinasi dan penandatanganan MoU
4.	23 Juli 2025	Pelaksanaan kegiatan PKM
5.	November 2025	Tindak lanjut kegiatan PKM

Rangkaian kegiatan PKM terdiri atas empat tahap, yaitu (1) identifikasi masalah, (2) solusi atau pendekatan yang ditawarkan, (3) tahapan pelaksanaan, dan (4) evaluasi dan keberlanjutan program. Masing-masing tahap dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif yang menekankan keterlibatan aktif guru dan siswa sebagai mitra kolaboratif.

2.1. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara terstruktur, dan diskusi kelompok terarah (FGD) dengan Kepala Madrasah, perwakilan Yayasan Pondok Pesantren Al-Machfudzoh, serta guru mata pelajaran Fisika. Metode triangulasi data digunakan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi pembelajaran Fisika dan kebutuhan laboratorium MA Al-Machfudzoh. Diskusi difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu: (1) evaluasi kurikulum dan metode pembelajaran Fisika yang diterapkan, (2) inventarisasi sarana laboratorium dan kelayakannya, serta (3) pengalaman guru dalam melaksanakan praktikum dan tantangan yang dihadapi.

Hasil observasi menunjukkan adanya kesulitan siswa dalam memahami konsep listrik dinamis dan fenomena optik karena keterbatasan media visual dan alat eksperimen yang representatif. Guru Fisika mengakui bahwa sebagian besar kegiatan praktikum masih bersifat demonstratif, yaitu siswa hanya menyaksikan guru melakukan percobaan tanpa kesempatan berinteraksi langsung dengan alat dan data, sedangkan keterlibatan langsung siswa dalam eksperimen sains berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis.

Dari hasil identifikasi tersebut, tim PKM menyimpulkan bahwa permasalahan utama meliputi: (1) Keterbatasan alat praktikum dan infrastruktur laboratorium, (2) Rendahnya pengalaman guru dalam mendesain praktikum interaktif dan kolaboratif, (3) Minimnya modul praktikum yang kontekstual dan terstruktur dengan baik. Permasalahan ini menjadi dasar utama dalam merancang pendekatan solusi yang sesuai dengan karakteristik siswa MA Al-Machfudzoh dan kapasitas lembaganya.

2.2. Solusi atau pendekatan yang ditawarkan

Solusi yang ditawarkan adalah penerapan model pembelajaran Fisika berbasis eksperimen melalui praktikum interaktif kolaboratif. Pendekatan ini mengintegrasikan prinsip

hands-on learning dengan pembelajaran kolaboratif kelompok kecil, di mana siswa tidak hanya melakukan eksperimen tetapi juga berinteraksi aktif dalam menginterpretasikan hasil dan menyusun kesimpulan. Model ini dirancang berdasarkan pembelajaran konstruktivistik yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dan interaksi sosial dalam membangun pemahaman konseptual.

Dalam konteks PKM ini, interaktif mengacu pada desain kegiatan yang mendorong siswa melakukan eksplorasi langsung terhadap fenomena fisis melalui penggunaan alat eksperimen seperti Jembatan Wheatstone dan sistem Difraksi Laser. Sementara itu, kolaboratif menekankan pada kerja kelompok yang terarah, yaitu setiap siswa memiliki peran spesifik, baik sebagai pengamat, pencatat data, pengolah data, maupun penyaji hasil diskusi. Guru berperan sebagai fasilitator yang memastikan prosedur berjalan dengan benar dan membantu mengarahkan refleksi hasil praktikum agar sesuai dengan hukum Fisika yang dipelajari.

2.3. Tahapan pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan melibatkan tim PKM, Pimpinan Madrasah, guru Fisika, serta siswa MA Al-Machfudzoh. Waktu pelaksanaan ditentukan melalui musyawarah antara tim PKM dengan MA Al-Machfudzoh. Lokasi pelaksanaan PKM adalah di salah satu bangunan laboratorium di MA Al-Machfudzoh. Secara teknis, tim PKM menyediakan seluruh perangkat praktikum dan modul panduan yang dibutuhkan. Tahapan pelaksanaan kegiatan PKM adalah sebagai berikut:

- a. Pembukaan acara kegiatan.
Pembukaan acara disampaikan oleh ketua PKM untuk menjelaskan tujuan dan manfaat kegiatan, dan kepala MA Al-Machfudzoh sebagai perwakilan mitra PKM.
- b. Pemaparan materi.
Penjelasan konsep dasar teoretis jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser, termasuk prinsip-prinsip keselamatan kerja di laboratorium dan pengenalan instrumen yang digunakan. Pemaparan dilakukan dengan membagi peserta menjadi dua sesi paralel untuk memastikan fokus materi tersampaikan secara optimal.
- c. Pelaksanaan praktikum interaktif.
Peserta dibagi menjadi beberapa kelompok, tim PKM dan guru Fisika melakukan pendampingan secara intensif, mengawasi prosedur, dan diskusi kecil untuk memacu penalaran ilmiah siswa dalam melaksanakan pengukuran dan observasi.
- d. Diskusi hasil praktikum dan refleksi.
Setelah percobaan selesai, setiap kelompok menyajikan hasil pengukuran dan analisisnya di depan peserta lain. Diskusi ini difasilitasi dengan metode peer review, di mana kelompok lain memberikan tanggapan dan pertanyaan. Tim PKM menekankan pentingnya menghubungkan data kuantitatif dengan teori dasar untuk memperkuat literasi ilmiah siswa.
- e. Penutupan dan dokumentasi kegiatan.
Penyampaian kesan dan pesan dari siswa dan guru, serta pengambilan foto bersama.

2.4. Evaluasi dan keberlanjutan program

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui dua mekanisme, yaitu evaluasi akademik dan evaluasi kepuasan peserta. Evaluasi akademik dilakukan dengan menilai hasil eksperimen siswa menggunakan indikator: (1) ketepatan perhitungan resistansi pada percobaan Jembatan Wheatstone, dan (2) kesesuaian pola difraksi dengan teori Fraunhofer. Tingkat akurasi pengukuran dianalisis menggunakan persentase kesalahan relatif terhadap nilai acuan alat ukur digital. Evaluasi kepuasan dilaksanakan menggunakan kuesioner skala Likert untuk menilai aspek relevansi materi, kualitas pelaksanaan, fasilitas, serta manfaat program (Musliadi et al., 2025). Analisis data dilakukan secara deskriptif-kuantitatif untuk menggambarkan persepsi peserta terhadap efektivitas kegiatan. Selain itu, dilakukan refleksi kualitatif melalui wawancara dengan guru dan perwakilan siswa untuk mengetahui dampak kegiatan terhadap motivasi dan kesiapan mereka menerapkan metode serupa dalam kegiatan belajar mengajar selanjutnya.

Untuk menjamin keberlanjutan program, dilakukan penandatanganan Nota Kesepahaman (MoU) antara Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan MA Al-Machfudzoh. MoU ini mencakup rencana pengembangan laboratorium, pelatihan guru lanjutan, serta penyusunan modul praktikum berbasis kebutuhan lokal. Program tindak lanjut juga diarahkan untuk membuka peluang magang mahasiswa dalam bidang pengajaran, yang mendukung implementasi program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan PKM dari persiapan hingga implementasi, serta keberlanjutan program dilaksanakan mulai April hingga November 2025. Berikut adalah uraian dari tahapan kegiatan PKM yang telah dilaksanakan.

3.1. Hasil identifikasi masalah

Kunjungan awal tim PKM ke MA Al-Machfudzoh dilaksanakan pada Senin, 28 April 2025. Kegiatan tersebut diterima secara langsung oleh Kepala Madrasah, Kepala Divisi Pendidikan Yayasan Pondok Pesantren Al-Machfudzoh, serta guru mata pelajaran Fisika. Selain memaparkan maksud dan tujuan pelaksanaan PKM, tim juga menggali informasi mengenai pelaksanaan pembelajaran Fisika yang selama ini diterapkan di MA Al-Machfudzoh. Dokumentasi kegiatan kunjungan awal ditampilkan pada Gambar 1.



a



b

Gambar 1. Kunjungan awal tim PKM ke MA Al-Machfudzoh: (a) Tim PKM ditemui oleh pimpinan Madrasah, (b) Peninjauan fasilitas pembelajaran Fisika

Tim PKM selanjutnya melakukan peninjauan terhadap fasilitas pembelajaran yang digunakan untuk kegiatan praktikum Fisika. Peninjauan menunjukkan bahwa laboratorium yang tersedia belum memiliki fasilitas untuk percobaan Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser. Praktikum yang selama ini dilaksanakan masih tergolong cukup sederhana dan kurang menggambarkan abstraksi Fisika untuk siswa MA Al-Machfudzoh. Informasi mengenai materi dan bentuk praktikum yang telah dilaksanakan menjadi dasar penting dalam merancang solusi serta pendekatan yang relevan. Kolaborasi dengan guru Fisika dilakukan guna memperoleh gambaran menyeluruh mengenai praktik pembelajaran sebelumnya sehingga materi praktikum yang dikembangkan dapat selaras dengan kebutuhan kurikulum dan konteks madrasah.

Berdasarkan hasil diskusi dan peninjauan tersebut, diperoleh tiga permasalahan utama yang memerlukan penanganan prioritas agar pembelajaran Fisika dapat berlangsung lebih efektif, yaitu: (1) keterbatasan peralatan dan fasilitas laboratorium dimana ketersediaan alat praktikum masih sangat minim terutama untuk topik kelistrikan dan optik, (2) rendahnya kompetensi guru dalam merancang serta memfasilitasi praktikum secara optimal yang disebabkan oleh masih minimnya pelatihan dan modul rujukan, dan (3) belum tersedianya modul praktikum yang terstruktur, panduan yang ada masih bersifat manual instruktif. Permasalahan-permasalahan tersebut menjadi fokus utama tim PKM dalam merumuskan strategi solusi dan pendekatan intervensi yang sesuai dengan kebutuhan mitra.

3.2. Implementasi solusi dan pendekatan yang diterapkan

Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, tim PKM merancang solusi pembelajaran berupa praktikum interaktif kolaboratif yang disesuaikan dengan kebutuhan MA Al-Machfudzoh. Proses perancangan ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2025, yang meliputi proses penyusunan materi, dan pembuatan perangkat praktikum dengan selalu berkoordinasi dengan guru Fisika. Tim PKM dan guru Fisika bersepakat untuk memfokuskan kegiatan pada dua topik utama, yaitu Percobaan Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser. Pemilihan kedua topik ini mempertimbangkan relevansinya dengan kurikulum Fisika, tingkat kesulitan konsep yang dihadapi siswa, serta kesesuaian dengan kompetensi dan kepakaran tim PKM, sehingga proses transfer pengetahuan dapat berlangsung secara optimal. Proses pembuatan alat praktikum serta kunjungan guru Fisika MA Al-Machfudzoh ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Implementasi solusi permasalahan mitra: (a) Pembuatan perangkat praktikum, (b) Kunjungan tim guru Fisika MA Al-Machfudzoh

3.3. Pelaksanaan kegiatan dan capaian program

Pelaksanaan kegiatan PKM di MA Al-Machfudzoh dilaksanakan pada Rabu, 23 Juli 2025, bertempat di Gedung Workshop Kejuruan Bahasa. Kegiatan diawali dengan pembukaan dan sambutan dari Kepala Madrasah serta Ketua Tim PKM, yang menegaskan tujuan utama PKM, yaitu memperkuat kemampuan guru dan siswa dalam pembelajaran Fisika berbasis eksperimen.

Setelah sesi pembukaan, kegiatan dilanjutkan dengan pemberian materi yang mendasari praktikum yang dilakukan oleh dua narasumber dari tim PKM, yaitu Winarno dan Samian. Materi yang disampaikan meliputi konsep dasar Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser, penjelasan prinsip kerja alat, serta pentingnya penerapan praktikum sebagai sarana membangun keterampilan berpikir ilmiah. Penyampaian materi dilakukan secara interaktif melalui diskusi dan tanya jawab untuk memastikan pemahaman peserta terhadap teori yang mendasari kegiatan praktikum.



Gambar 3. Penjelasan materi dasar praktikum: (a) Materi jembatan Wheatstone oleh Winarno, (b) Materi difraksi laser oleh Samian

Sesi berikutnya adalah praktikum interaktif, yang diikuti oleh siswa dan guru Fisika MA Al-Machfudzoh. Peserta dibagi menjadi dua kelompok untuk melaksanakan dua jenis percobaan,

yaitu Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser. Tim PKM memberikan pendampingan teknis selama kegiatan, meliputi panduan penggunaan alat, pencatatan data, dan analisis hasil eksperimen.



Gambar 4. Pelaksanaan praktikum interaktif: (a) Percobaan jembatan Wheatstone, (b) Percobaan difraksi laser

Percobaan Jembatan Wheatstone tujuannya adalah untuk mengukur nilai hambatan yang tidak diketahui dengan cara membandingkan dengan hambatan yang diketahui dalam kondisi rangkaian seimbang (Kholifudin, 2021). Pada percobaan ini siswa berhasil menentukan nilai resistansi lima buah resistor yang belum diketahui dengan tingkat akurasi rata-rata 96,37% dibandingkan hasil pengukuran menggunakan Ohmmeter digital. Hasil ini menunjukkan kemampuan siswa dalam menerapkan konsep keseimbangan listrik secara tepat serta meningkatkan pemahaman mereka terhadap prinsip pengukuran kelistrikan. Tingkat akurasi yang tinggi ini sangat signifikan menunjukkan bahwa pendekatan praktikum interaktif ditambah dengan pendampingan yang intensif, mampu mentransformasi pemahaman konseptual yang sebelumnya abstrak menjadi keterampilan aplikatif yang terukur.

Percobaan Difraksi Laser bertujuan agar siswa dapat membuktikan sifat gelombang cahaya serta mengamati pola difraksi yang terbentuk pada layar (Trisnowati et al., 2022). Melalui eksperimen dengan laser pointer yang dilewatkan pada kisi difraksi buatan siswa berhasil mengamati pola interferensi cahaya berupa satu maksimum utama dan beberapa maksimum serta minimum sekunder yang simetris terhadap pusat pola. Hasil pengamatan tersebut sesuai dengan teori Difraksi Fraunhofer, yang membuktikan bahwa siswa mampu memahami karakteristik gelombang cahaya melalui pendekatan eksperimen.

Selain capaian akademik, kegiatan ini juga berdampak positif terhadap peningkatan motivasi belajar, keterampilan kolaboratif, dan rasa percaya diri siswa. Para guru menyampaikan bahwa model praktikum interaktif ini memberikan pengalaman baru yang dapat diadaptasi ke dalam proses pembelajaran reguler. Dokumentasi kegiatan pelaksanaan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

3.4. Evaluasi hasil kegiatan dan keberlanjutan program

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui dua mekanisme utama, yaitu evaluasi akademik dan evaluasi kepuasan peserta. Evaluasi akademik mencakup analisis hasil eksperimen siswa berdasarkan ketepatan perhitungan nilai resistansi dan keakuratan pengamatan pola difraksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh kelompok mampu menyelesaikan eksperimen dengan tingkat kesalahan relatif di bawah 5%, yang menandakan pemahaman konsep dan kemampuan praktis siswa meningkat secara signifikan setelah mengikuti kegiatan.

Evaluasi non-akademik dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 25 peserta, yang terdiri atas guru dan siswa. Kuesioner menggunakan skala Likert lima tingkat untuk menilai aspek kejelasan materi, relevansi kegiatan, kualitas pendampingan, ketersediaan fasilitas, serta manfaat program terhadap proses pembelajaran. Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa lebih dari 90% peserta memberikan penilaian “sangat setuju” terhadap kualitas kegiatan, sedangkan sisanya memberikan penilaian “setuju”. Tidak ditemukan tanggapan negatif pada seluruh aspek yang dinilai, yang menunjukkan tingkat kepuasan peserta sangat tinggi.



Gambar 5. Penandatanganan kerja sama Antara Departemen Fisika FST UNAIR dengan MA Al-Machfudzoh

Dari sisi keberlanjutan program, kegiatan PKM ini diikuti dengan penandatanganan Nota Kesepahaman (MoU) antara Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga dan MA Al-Machfudzoh pada 29 Juni 2025 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Kerja sama ini menjadi landasan bagi pengembangan kegiatan lanjutan, seperti pelatihan pembuatan alat praktikum sederhana, penyusunan modul pembelajaran berbasis eksperimen, dan pendampingan berkelanjutan bagi guru dalam implementasi pembelajaran Fisika berbasis praktikum.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa kegiatan PKM berhasil meningkatkan kompetensi siswa dalam memahami konsep Fisika secara aplikatif sekaligus memperkuat kapasitas guru dalam mengelola kegiatan praktikum secara mandiri. Program ini diharapkan menjadi model kolaborasi berkelanjutan antara perguruan tinggi dan lembaga pendidikan menengah dalam mewujudkan pembelajaran Fisika yang aktif, kontekstual, dan berorientasi pada keterampilan.

Keberhasilan program PKM ini sejalan dengan kegiatan PKM serupa yang berfokus pada peningkatan kompetensi praktikum Fisika di sekolah menengah. Arifin dan Laila (2025) melaksanakan PKM berupa Pelatihan Peningkatan Kompetensi Guru dalam Pembuatan Praktikum Fisika dengan mengintegrasikan metode Experiential Learning dan Project Based Learning (PjBL). Fokus utama kegiatan mereka adalah peningkatan kompetensi guru dalam merancang dan mengimplementasikan praktikum mandiri, di mana hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan tersebut berhasil meningkatkan wawasan dan pemahaman guru tentang metode pembelajaran inovatif dan dampaknya terhadap kualitas pengajaran (Arifin & Laila, 2025).

Meskipun kedua program memiliki tujuan akhir yang sama yaitu peningkatan kualitas pembelajaran, terdapat perbedaan fokus yang signifikan. Program PKM yang dilaporkan oleh Arifin dan Laila (2025) lebih menekankan pada peningkatan kapasitas guru dan belum menyajikan data kuantitatif mengenai dampak langsung kegiatan tersebut terhadap hasil belajar dan keterampilan praktis siswa. Sebaliknya, program PKM di MA Al-Machfudzoh ini mengimplementasikan intervensi langsung kepada siswa dengan mengukur capaian akademik secara langsung serta capaian keterampilan non-akademik berupa peningkatan motivasi dan kolaborasi secara eksplisit. Hal ini menguatkan argumentasi bahwa pendekatan praktikum interaktif kolaboratif yang didukung oleh transfer pengetahuan dan teknologi dari perguruan tinggi dapat memberikan dampak yang komprehensif, tidak hanya pada kapasitas guru tetapi juga pada kinerja belajar siswa secara terukur.

4. KESIMPULAN

Kegiatan PKM yang dilaksanakan di MA Al-Machfudzoh, Sidoarjo, telah berhasil mencapai tujuan, yaitu meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika melalui pendekatan praktikum interaktif kolaboratif. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa mampu memahami konsep Fisika secara lebih mendalam, khususnya pada topik Jembatan Wheatstone dan Difraksi Laser. Peningkatan pemahaman ini didukung oleh data kuantitatif yang menunjukkan bahwa

rata-rata akurasi hasil pengukuran mencapai 96,37%, yang mencerminkan peningkatan kemampuan berpikir ilmiah dan keterampilan eksperimen siswa.

Dari sisi non-akademik, kegiatan PKM ini telah berhasil meningkatkan antusiasme, rasa percaya diri, dan kemampuan kolaboratif siswa dalam memecahkan masalah secara ilmiah. Para guru juga memperoleh pengalaman baru dalam merancang dan melaksanakan praktikum yang efektif serta relevan dengan kurikulum. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan peserta yang sangat tinggi, dengan lebih dari 90% responden menyatakan kegiatan ini bermanfaat dan layak untuk dilanjutkan.

Keberhasilan program ini menjadi dasar bagi terbangunnya kerja sama berkelanjutan melalui Nota Kesepahaman (MoU) antara Departemen Fisika Universitas Airlangga dan MA Al-Machfudzoh. Kolaborasi ini diharapkan dapat terus dikembangkan melalui pelatihan lanjutan, pengembangan modul praktikum, dan inovasi alat peraga sederhana untuk memperkuat pembelajaran Fisika berbasis eksperimen. Secara keseluruhan, kegiatan PKM ini berkontribusi nyata terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) Nomor 4: Pendidikan Berkualitas, sekaligus mendukung implementasi program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui sinergi antara perguruan tinggi dan Madrasah Aliyah. Program ini diharapkan menjadi best-practice dalam proses pembelajaran Fisika di tingkat Sekolah Menengah Atas ataupun yang sederajat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Airlangga atas dukungan finansial yang telah diberikan melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2025 dengan Skema Program Kemitraan Masyarakat, sebagaimana tercantum dalam Nomor Kontrak Pengabdian kepada Masyarakat 4052/B/UN3.FST/PM.01.01/2025. Apresiasi yang tinggi juga disampaikan kepada seluruh jajaran pimpinan, guru, dan siswa Madrasah Aliyah Al-Machfudzoh yang telah berpartisipasi aktif dan berperan sebagai mitra yang kooperatif selama pelaksanaan kegiatan ini. Terakhir, ucapan terima kasih yang tulus ditujukan kepada seluruh rekan-rekan tim pelaksana PKM atas dedikasi dan kerja kerasnya yang tak kenal lelah dalam menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, & Laila, I. (2025). Pelatihan Peningkatan Kompetensi Guru Dalam Pembuatan Praktikum Fisika Dengan Experiential Learning Dan Project Base Learning Dalam Mendukung Kurikulum Merdeka. *Jurnal Adbi Insani*, 12(2), 687–696.
- Khery, Y., Sarjan, M., Ahzan, S., & Efendi, I. (2022). Konseptualisasi Literasi Sains Mengacu Pada Kerangka Sains Pisa Sejak Tahun 2000. *Educatoria: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 2(4), 200–231.
- Kholifudin, M. Y. (2021). Analisis Rangkaian Jembatan Wheatstone Berbasis Simulasi PhET Pada Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(2), 131–137.
- Malik, A., & Susanti, S. (2021). Learning Designing for Establishment Physics Content and Teacher Pedagogic Aspects Through Lesson Study-based In-House Training. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 7(2), 145–152.
- Musliadi, K., Ismail, A., Rambega, U. L., & Kaharuddin. (2025). Peningkatan Kompetensi Siswa Melalui Pelatihan Excel Dalam Mengolah Data Untuk Persiapan Kerja Dan Kuliah. Reswara : *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 537–545.
- Nurmadanti, T. (2021). Pengaruh Minat Belajar Siswa terhadap Hasil Belajar Fisika di SMA Negeri 1 Bungo. *Schrödinger: Journal of Physics Education*, 2(1), 7–12.
- Nurul, D. (2022). Analisis Kesulitan Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Peserta Didik Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 20–30.

- Pratiwi, W., Fuada, S., Zanah, F. W., & Restyasari, N. (2021). Analisis Rangkaian Wheatstone Bridge Menggunakan Simulator Circuit Wizard, Proteus, dan Multisim. *Telecommunications, Networks, Electronics, and Computer Technologies (TELNECT)*, 1(1), 1–13.
- Puspitasari, E. (2025). SDGs-based adaptive curriculum model to improve education quality in the digital age. *Inovasi Kurikulum*, 22(1), 1–12.
- Rezki, D. M., & Yanto, F. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Phet Simulations Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas Viii Smpn 34 Padang. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 02(04), 83–90.
- Santhalia, P. W., & Yuliati, L. (2021). An Exploration of Scientific Literacy on Physics Subjects within Phenomenon-based Experiential Learning. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya*, 11(01), 72–82.
- Trisnowati, E., Marwoto, P., Iswari, R. S., & Cahyono, E. (2022). Distribution of the Fraunhofer Diffraction Intensity by a Rectangular Slit Using a Razor Blade. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1524–1531.
- Wahyuningsi, R., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Peningkatan Hasil Belajar IPA-Fisika Melalui Pembelajaran Praktikum Dengan Memanfaatkan Alat Dan Bahan di Lingkungan Sekitar. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 7(1), 44–51.
- Wani, C., Gunada, I. W., Taufik, M., & Sholehah, H. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan PhET Simulations Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10, 2315–2319.
- Yunita, N., & Nurita, T. (2021). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran Daring. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 9(3), 378–385.
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil Pisa Dan Faktor Penyebab. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11–19.