

**PEMBELAJARAN FISIKA MELALUI EKSPERIMEN BERBASIS MIKROKONTROLER DI
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 KOLAKA MELALUI KEGIATAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (PKM)**

*Physics Learning Through Microcontroller-Based Experiments at Madrasah Aliyah Negeri
1 Kolaka Through Community Service Activities (PKM)*

Surya Ningsih^{1*}, Triani¹, Erfina², Bardan Bulaka¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sembilanbelas November Kolaka, ²Program
Studi Pendidikan Biologi Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Jalan Pemuda No.339, Taho, Kec. Kolaka, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara 93561

*Alamat korespondensi: Sningsih993@gmail.com

(Tanggal Submission: 13 November 2025, Tanggal Accepted : 20 Maret 2026)



Kata Kunci :

*Pembelajaran
Fisika,
Mikrokontroler,
Arduino Uno,
Eksperimen,
Pengabdian
Masyarakat*

Abstrak :

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan minat belajar siswa Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka terhadap konsep-konsep fisika melalui penerapan pembelajaran berbasis eksperimen mikrokontroler Arduino Uno. Kegiatan dilaksanakan oleh tim dosen Universitas Sembilanbelas November Kolaka melalui tahapan sosialisasi, pelatihan, pendampingan eksperimen, serta evaluasi hasil belajar. Metode pelaksanaan meliputi pelatihan penggunaan mikrokontroler untuk eksperimen sederhana seperti sensor jarak, sensor suara, rangkaian LED, dan LCD display yang relevan dengan materi fisika dalam kurikulum merdeka. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman siswa setelah mengikuti kegiatan. Berdasarkan hasil pre test dan post test, tingkat pemahaman siswa meningkat dari 36,16% (kategori kurang paham) menjadi 86,83% (kategori sangat paham). Sebelum pelatihan, tidak ada siswa yang berada pada kategori "sangat paham" dan "paham", namun setelah pelatihan, 85% siswa masuk kategori "sangat paham" dan 15% "paham". Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis eksperimen mikrokontroler sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktis, serta motivasi siswa terhadap pembelajaran fisika. Selain memberikan dampak positif bagi siswa, kegiatan ini juga meningkatkan kompetensi guru dalam penggunaan teknologi pembelajaran inovatif dan berbiaya rendah. Sebagai tindak lanjut, alat dan modul praktikum mikrokontroler diserahkan kepada pihak sekolah agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Kegiatan ini diharapkan

menjadi model pembelajaran sains berbasis teknologi yang dapat direplikasi di madrasah lain di Kabupaten Kolaka.

Key word :

Physics Learning, Microcontroller, Arduino Uno, Experiment, Community Service

Abstract :

This community service activity aims to improve the understanding and learning interest of students at Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka in physics concepts through the implementation of microcontroller-based experimental learning using Arduino Uno. The activity was carried out by a team of lecturers from Universitas Sembilanbelas November Kolaka through stages of socialization, training, experimental mentoring, and learning evaluation. The method included training in the use of microcontrollers for simple experiments such as distance sensors, sound sensors, LED circuits, and LCD displays relevant to physics topics in the independent curriculum. The evaluation results showed a significant improvement in students' understanding after participating in the activity. Based on the pre-test and post-test results, students' comprehension increased from 36.16% (low understanding category) to 86.83% (very good understanding category). Before the training, no students were in the "very good" or "good" categories; however, after the training, 85% of students were categorized as "very good" and 15% as "good." These results indicate that microcontroller-based experimental learning is highly effective in improving students' conceptual understanding, practical skills, and motivation in learning physics. In addition to benefiting students, the activity also enhanced teachers' competence in using innovative and low-cost learning technologies. As a follow-up, the microcontroller kits and practical modules were handed over to the school for sustainable use. This program is expected to serve as a model for technology-based science learning that can be replicated in other madrasahs across Kolaka Regency.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Ningsih, S., Triani, Erfina, & Bulaka, B. (2026). Pembelajaran Fisika Melalui Eksperimen Berbasis Mikrokontroler di Madrasah Aliyah Negeri 1 Kolaka Melalui Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM). *Jurnal Abdi Insani*, 13(3), 1637-1651. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v13i3.3546>

PENDAHULUAN

Pendidikan sangat penting untuk menghasilkan generasi muda yang cerdas dan siap menghadapi tantangan masa depan. Terkait hal tersebut dikatakan dalam undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 1 Ayat 1 disebutkan bahwa pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara dalam mengembangkan segala potensi yang dimiliki peserta didik melalui pembelajaran (Fitriyani *et al.*, 2018).

Pembelajaran ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM) menjadi semakin penting di era yang didominasi oleh kemajuan teknologi (Erlinawati & Bektiarso, 2019). Fisika, sebagai bagian integral dari STEM, tidak hanya memberikan pemahaman tentang alam semesta, tetapi juga membentuk kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah yang sangat diperlukan dalam berbagai bidang terutama di sekolah Menengah Atas (Erlinawati & Bektiarso, 2019).



Pendidikan Fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) adalah bagian penting dalam mempersiapkan generasi muda untuk memahami dasar-dasar ilmu pengetahuan alam. Fisika, sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang memerlukan pemahaman mendalam tentang konsep dan eksperimen yang dapat membantu siswa menghubungkan teori dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Rochyati *et al.* (2012) dalam rangka meningkatkan pembelajaran fisika dan membuatnya lebih menarik serta praktis bagi siswa, pendekatan inovatif dan berbasis teknologi dapat menjadi solusi yang efektif.

Salah satu alat yang telah memperoleh popularitas di dunia pendidikan fisika adalah mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler ini adalah sebuah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis eksperimen fisika secara interaktif dan praktis (Laksanawati *et al.*, 2021). Dengan Arduino Uno, siswa dapat merancang dan melaksanakan eksperimen fisika yang relevan dengan kurikulum merdeka, mengukur data secara akurat, dan menganalisis hasil eksperimen dengan bantuan teknologi. Dari hasil observasi di beberapa sekolah menengah atas (SMA)/ sederajat yang ada di Kabupaten Kolaka, pemanfaatan mikrokontroler sebagai pendukung dalam pembelajaran masih bervariasi. Di beberapa sekolah kejuruan (SMK) di Kolaka sudah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dalam Eksperimen Elektronika dan *IoT*. Sedangkan untuk SMA dan MA belum sama sekali mengintegrasikan pemanfaatan Mikrokontroler dalam pembelajaran Fisika salah satunya adalah Madrasah Aliyah (MAN) 1 Kolaka yang dijadikan Mitra Sasaran pada PKM ini.

Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka merupakan sekolah yang terletak di Kelurahan Sabilambo Kecamatan Kolaka Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Sekolah ini terletak kurang lebih 6,2 km dari pusat kota Kolaka dan 2km dari Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Sebagai lembaga pendidikan menengah berbasis keagamaan, MAN 1 Kolaka berupaya menyediakan pendidikan berkualitas bagi generasi muda yang tidak hanya berfokus pada nilai-nilai keislaman, tetapi juga pada penguatan sains dan teknologi. Dalam konteks perkembangan zaman yang semakin cepat, penguasaan terhadap ilmu pengetahuan, khususnya bidang sains seperti fisika menjadi sangat penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global.

Namun, hasil observasi awal dan diskusi bersama guru fisika di MAN 1 Kolaka menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di Madrasah tersebut masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah rendahnya keterlibatan siswa dalam eksperimen atau praktikum fisika. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain keterbatasan alat laboratorium, minimnya pelatihan guru dalam mengelola praktikum dengan metode kreatif, serta kurangnya sumber daya pendukung seperti modul eksperimen sederhana dan media belajar interaktif. Selain itu, pendekatan pembelajaran fisika yang masih dominan bersifat teoritis membuat siswa kesulitan memahami konsep-konsep abstrak dalam fisika seperti hukum newton, gerak, listrik, dan optik. Ketika konsep-konsep tersebut tidak dikaitkan dengan aplikasi nyata atau tidak didukung dengan eksperimen, maka akan berdampak pada rendahnya motivasi belajar siswa serta hasil belajar yang kurang optimal. Sehingga menyebabkan tidak tercapainya nilai KKM yang ditetapkan disekolah madrasah tersebut.

Dari data observasi yang diperoleh dari guru mata pelajaran fisika mengatakan bahwa hanya sekitar 20% siswa yang dapat mencapai KKM pada pelajaran Fisika. Padahal Fisika sebagai ilmu dasar sangat penting dalam membentuk pola pikir ilmiah, kritis, dan kreatif. Kondisi ini tentu menjadi perhatian serius, mengingat pembelajaran fisika seharusnya menjadi sarana dalam membentuk generasi muda yang mampu berpikir analitis dan solutif terhadap berbagai permasalahan sains dan teknologi dimasa depan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah pendekatan pembelajaran yang inovatif, kontekstual, dan aplikatif, salah satunya melalui pelaksanaan eksperimen sederhana berbasis mikrokontroler. Metode Pembelajaran berbasis eksperimen perlu dikembangkan sehingga dapat meningkatkan peran guru untuk menjalankan fungsinya sebagai fasilitator dan mediator pembelajaran yang efektif dan efisien (Munir, 2017). Selain itu perlu dikembangkan pemanfaatan alat eksperimen fisika dalam metode pembelajaran agar dapat dijadikan sebagai model dalam pembelajaran.

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dalam pembelajaran fisika. Arduino merupakan perangkat elektronik sederhana yang dapat digunakan untuk mengendalikan dan mengukur berbagai besaran fisika secara interaktif, seperti kecepatan, suhu, jarak, dan energi (Bulaka *et al.*, 2024). Menurut Ramadhani (2019), dengan memanfaatkan Arduino, siswa dapat melakukan eksperimen berbasis data yang memungkinkan mereka mengamati fenomena fisika secara langsung dan menghubungkannya dengan teori. Pembelajaran seperti ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep secara mendalam, tetapi juga melatih keterampilan berpikir ilmiah, pemecahan masalah, dan kreativitas (Agustina & Saehana, 2021).

Melalui kegiatan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) yang dilaksanakan oleh tim dosen Universitas Sembilanbelas November Kolaka di MAN 1 Kolaka, penerapan eksperimen berbasis mikrokontroler ini menjadi langkah strategis dalam meningkatkan mutu pembelajaran fisika di madrasah. Kegiatan ini meliputi sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dalam eksperimen sederhana yang relevan dengan kurikulum merdeka. Selain berfokus pada peningkatan kompetensi siswa, kegiatan ini juga membekali guru fisika dengan keterampilan dalam merancang dan memanfaatkan teknologi pembelajaran yang inovatif serta berbiaya rendah.

Kegiatan ini memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, menumbuhkan minat dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika, serta memperkuat kapasitas guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran (Suwandi *et al.*, 2023). Lebih jauh, kegiatan ini juga berupaya menciptakan model pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual yang dapat direplikasi di sekolah lain di Kabupaten Kolaka. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain: (1) bagi siswa, memberikan pengalaman belajar yang aktif dan bermakna melalui eksperimen berbasis teknologi; (2) bagi guru, meningkatkan kemampuan pedagogik dan teknologis dalam penggunaan mikrokontroler; (3) bagi sekolah, memperkuat peran madrasah sebagai pusat pengembangan sains berbasis nilai keislaman; dan (4) bagi perguruan tinggi, memperluas dampak Tri Dharma melalui kolaborasi nyata dengan masyarakat pendidikan (Qomariyah *et al.*, 2020).

Selain berdampak pada peningkatan mutu pendidikan lokal, program ini juga sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs), khususnya SDG 4 tentang Pendidikan Berkualitas, SDG 9 tentang Industri, Inovasi, dan Infrastruktur, serta SDG 17 tentang Kemitraan untuk Mencapai Tujuan (Minardi *et al.*, 2023). Kegiatan ini turut mendukung capaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, yakni IKU 2 (mahasiswa mendapatkan pengalaman di luar kampus), IKU 3 (dosen berkegiatan di luar kampus), dan IKU 5 (hasil kerja dosen digunakan oleh masyarakat) (Widayaka *et al.*, 2022).

Dengan demikian, penerapan eksperimen berbasis mikrokontroler dalam pembelajaran fisika di MAN 1 Kolaka menjadi langkah nyata dalam mewujudkan pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Program ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar siswa terhadap fisika, memperkuat kompetensi guru dalam pengajaran sains berbasis teknologi, serta berkontribusi terhadap pembangunan kapasitas pendidikan di daerah secara berkelanjutan.

METODE KEIATAN

Waktu dan Tempat Kegiatan

Kegiatan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka, yang beralamat di Jalan Tunambae No. 1, Kelurahan Sabilambo, Kecamatan Kolaka, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dipilih karena sekolah mitra menunjukkan kebutuhan tinggi terhadap inovasi pembelajaran berbasis eksperimen. Kegiatan berlangsung selama delapan bulan, dimulai pada bulan Mei hingga November 2025, mencakup tahap persiapan, sosialisasi, pelatihan, pendampingan, hingga evaluasi dan pelaporan kegiatan. Waktu

pelaksanaan yang relatif panjang memberikan kesempatan kepada tim untuk memastikan keterlaksanaan kegiatan secara bertahap dan efektif.

Mitra Sasaran

Mitra sasaran kegiatan ini adalah Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka, khususnya guru dan peserta didik kelas XI jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). MAN 1 Kolaka merupakan lembaga pendidikan berbasis keagamaan yang berkomitmen mengembangkan kualitas pendidikan sains, namun masih menghadapi keterbatasan sarana laboratorium dan media pembelajaran praktikum.

Pemilihan mitra ini didasarkan pada hasil observasi dan kesepakatan bersama antara tim pelaksana PKM dan pihak sekolah, di mana ditemukan bahwa pembelajaran fisika masih bersifat teoritis dan kurang melibatkan eksperimen langsung. Melalui kegiatan ini, diharapkan MAN 1 Kolaka dapat mengembangkan model pembelajaran fisika berbasis mikrokontroler yang inovatif, aplikatif, dan berkelanjutan.

Jumlah Anggota Mitra yang Terlibat

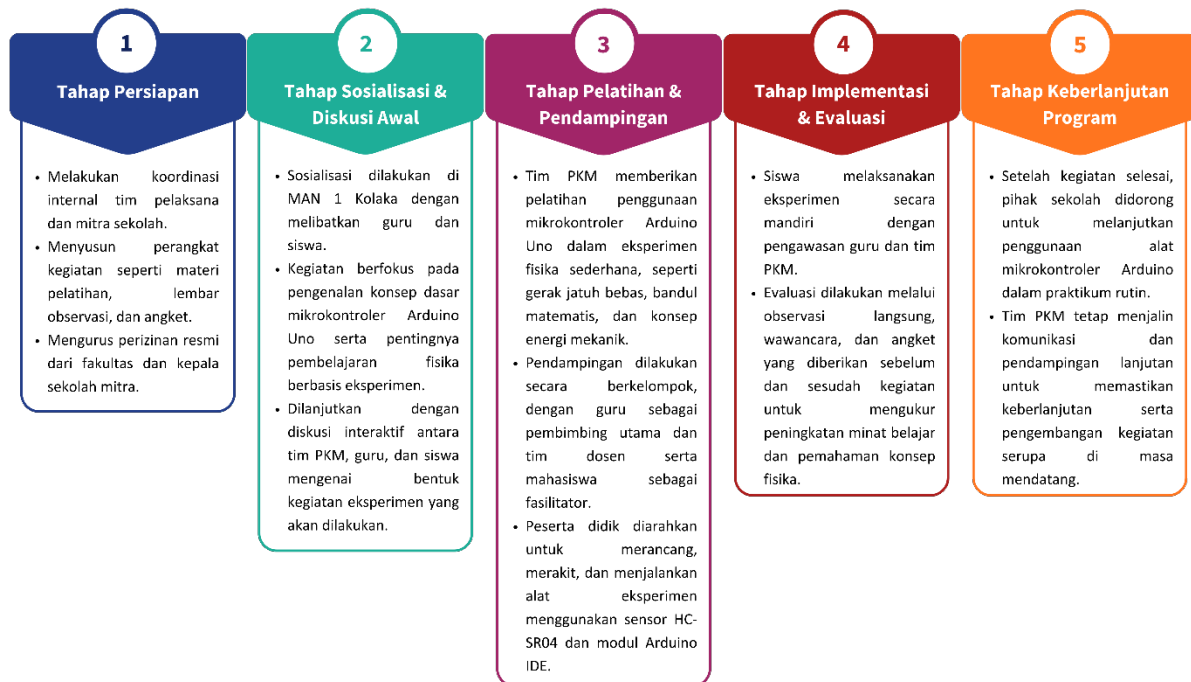
Pelaksanaan kegiatan melibatkan berbagai unsur, baik dari pihak perguruan tinggi maupun sekolah mitra. Secara rinci, pihak yang terlibat dalam kegiatan ini meliputi:

1. Tim Pelaksana PKM Universitas Sembilanbelas November Kolaka, terdiri dari:
 - 1 orang ketua tim, berperan dalam koordinasi kegiatan, observasi awal, pelatihan, dan evaluasi;
 - 2 orang dosen anggota, yang membantu pelaksanaan sosialisasi, pendampingan eksperimen, analisis data, dan penyusunan laporan;
 - 2 orang mahasiswa, yang membantu persiapan alat, dokumentasi kegiatan, dan pengumpulan data hasil kegiatan.
2. Pihak Sekolah Mitra (MAN 1 Kolaka), terdiri dari:
 - 1 orang guru fisika sebagai koordinator dan pembimbing kelompok eksperimen;
 - 20 orang peserta didik kelas XI IPA sebagai peserta kegiatan eksperimen berbasis mikrokontroler.

Dengan demikian, total peserta kegiatan berjumlah 26 orang, yang secara aktif berkolaborasi dalam seluruh rangkaian pelaksanaan PKM.

Metode Pelaksanaan Kegiatan

Metode pelaksanaan kegiatan disusun secara sistematis dengan beberapa tahapan utama agar solusi yang ditawarkan dapat diterapkan secara efektif dan berkelanjutan, yaitu:



Gambar 1. Diagram Pelaksanaan Kegiatan PKM

1. Tahap Persiapan

- Melakukan koordinasi internal tim pelaksana dan mitra sekolah.
- Menyusun perangkat kegiatan seperti materi pelatihan, lembar observasi, dan angket.
- Mengurus perizinan resmi dari fakultas dan kepala sekolah mitra.

2. Tahap Sosialisasi dan Diskusi Awal

- Sosialisasi dilakukan di MAN 1 Kolaka dengan melibatkan guru dan siswa.
- Kegiatan berfokus pada pengenalan konsep dasar mikrokontroler Arduino Uno serta pentingnya pembelajaran fisika berbasis eksperimen.
- Dilanjutkan dengan diskusi interaktif antara tim PKM, guru, dan siswa mengenai bentuk kegiatan eksperimen yang akan dilakukan.

3. Tahap Pelatihan dan Pendampingan

- Tim PKM memberikan pelatihan penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dalam eksperimen fisika sederhana, seperti gerak jatuh bebas, bandul matematis, dan konsep energi mekanik.
- Pendampingan dilakukan secara berkelompok, dengan guru sebagai pembimbing utama dan tim dosen serta mahasiswa sebagai fasilitator.
- Peserta didik diarahkan untuk merancang, merakit, dan menjalankan alat eksperimen menggunakan sensor HC-SR04 dan modul Arduino IDE.

4. Tahap Implementasi dan Evaluasi

- Siswa melaksanakan eksperimen secara mandiri dengan pengawasan guru dan tim PKM.
- Evaluasi dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, dan angket yang diberikan sebelum dan sesudah kegiatan untuk mengukur peningkatan minat belajar dan pemahaman konsep fisika.

5. Tahap Keberlanjutan Program

- Setelah kegiatan selesai, pihak sekolah didorong untuk melanjutkan penggunaan alat mikrokontroler Arduino dalam praktikum rutin.

- Tim PKM tetap menjalin komunikasi dan pendampingan lanjutan untuk memastikan keberlanjutan serta pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang.

Melalui tahapan ini, diharapkan kegiatan PKM dapat memberikan dampak nyata terhadap peningkatan mutu pembelajaran fisika di MAN 1 Kolaka, sekaligus memperkuat sinergi antara perguruan tinggi dan sekolah menengah dalam pengembangan pendidikan sains berbasis teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Capaian kegiatan pengabdian ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu kegiatan sosialisasi dan edukasi, pelatihan penggunaan mikrokontroler Arduino Uno, pendampingan eksperimen fisika kepada guru dan siswa, serta evaluasi hasil kegiatan dan penyusunan laporan sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik. Setiap capaian kegiatan dianalisis dan dibahas secara sistematis berdasarkan tahapan pelaksanaan program yang telah dirancang dalam alur kegiatan PKM. Pelaksanaan kegiatan ini tidak hanya berfokus pada penerapan teknologi dalam pembelajaran fisika, tetapi juga pada peningkatan kompetensi pedagogik guru dan keterlibatan aktif siswa dalam proses eksperimen ilmiah yang kontekstual dan aplikatif.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan langkah awal dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk memastikan seluruh rencana program terlaksana dengan baik dan terukur (Fitriyani *et al.* 2018). Pada tahap ini, tim pelaksana PKM melakukan serangkaian kegiatan awal yang meliputi koordinasi internal tim, observasi lapangan, penyusunan instrumen kegiatan, serta perizinan kepada pihak terkait. Kegiatan dimulai dengan rapat koordinasi internal antara anggota tim pengabdian dari Universitas Sembilanbelas November Kolaka untuk membahas pembagian tugas, jadwal pelaksanaan, dan penyiapan perangkat pendukung kegiatan. Selanjutnya dilakukan observasi awal di MAN 1 Kolaka untuk mengidentifikasi kondisi aktual pembelajaran fisika, ketersediaan alat laboratorium, serta kesiapan guru dan siswa dalam pelaksanaan eksperimen berbasis mikrokontroler. Hasil observasi menunjukkan bahwa kegiatan eksperimen fisika masih terbatas, dan guru belum familiar dengan penggunaan mikrokontroler dalam pembelajaran.



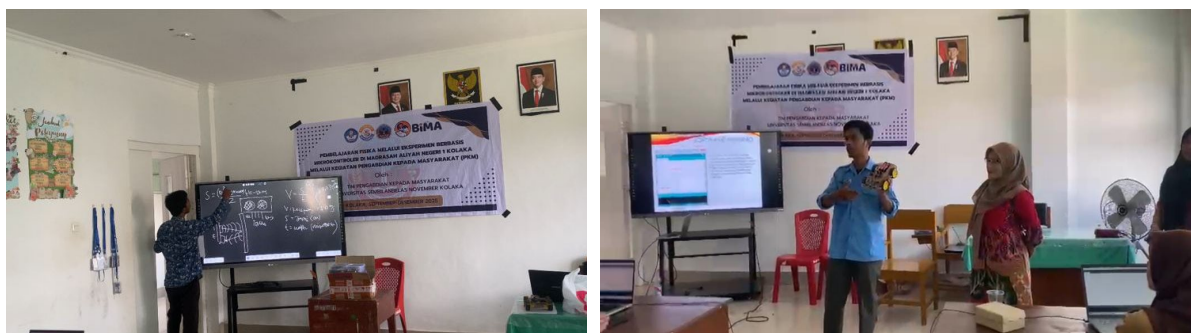
Gambar 2. Observasi

Setelah itu, tim menyusun instrumen pendukung kegiatan berupa materi sosialisasi, modul pelatihan, lembar observasi, angket minat belajar siswa, dan pedoman wawancara dengan guru. Semua perangkat tersebut dirancang agar kegiatan dapat berjalan terstruktur dan hasilnya dapat diukur secara ilmiah. Selain itu, dilakukan koordinasi dan perizinan resmi kepada pimpinan fakultas, LPPM-PMP Universitas Sembilanbelas November Kolaka, serta Kepala Sekolah MAN 1 Kolaka sebagai mitra kegiatan.

Tahap persiapan ini juga mencakup penyusunan rencana teknis kegiatan yang memuat jadwal, alur pelaksanaan, kebutuhan alat dan bahan, serta penentuan topik eksperimen fisika yang akan digunakan, seperti *gerak jatuh bebas*, *bandul matematis*, dan *konsep energi mekanik*. Seluruh kegiatan dalam tahap ini menjadi fondasi penting bagi kelancaran pelaksanaan program berikutnya, yaitu sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan eksperimen berbasis mikrokontroler (Ramadhani, 2019).

2. Tahap Sosialisasi dan Diskusi Awal

Kegiatan sosialisasi pengabdian merupakan tahap awal yang krusial untuk menciptakan kesepahaman antara tim pelaksana, mitra, serta masyarakat sekitar mengenai tujuan, pentingnya, dan manfaat dari program yang akan dilaksanakan (Hakim *et al.*, 2023). Kegiatan ini bertujuan untuk memperkenalkan secara menyeluruh tujuan, manfaat, serta rancangan kegiatan PKM kepada pihak sekolah mitra, dalam hal ini Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka, sekaligus membangun komitmen kerja sama antara tim pelaksana dan mitra sasaran.



Gambar 3. Pemaparan Materi Mikrokontroler

Kegiatan sosialisasi dilaksanakan di ruang laboratorium MAN 1 Kolaka dengan dihadiri oleh kepala sekolah, guru fisika, serta siswa kelas XI IPA sebagai peserta utama. Dalam kegiatan ini, tim PKM dari Universitas Sembilanbelas November Kolaka menyampaikan paparan mengenai latar belakang pentingnya penerapan pembelajaran fisika berbasis eksperimen, permasalahan rendahnya minat belajar siswa terhadap fisika, serta peluang penerapan teknologi mikrokontroler Arduino Uno sebagai media pembelajaran inovatif yang mudah diimplementasikan di sekolah (Laksanawati *et al.*, 2021).

Hasil dari tahap sosialisasi dan diskusi awal ini menunjukkan adanya antusiasme tinggi dari pihak sekolah. Guru fisika dan kepala sekolah memberikan dukungan penuh terhadap pelaksanaan kegiatan, sementara siswa menunjukkan rasa ingin tahu dan semangat untuk mengikuti eksperimen berbasis mikrokontroler. Tahap ini menjadi dasar penting dalam membangun pemahaman bersama antara tim pengabdian dan mitra, serta memastikan bahwa seluruh pihak memiliki persepsi dan tujuan yang selaras dalam pelaksanaan kegiatan berikutnya. Peserta didik menunjukkan adanya peningkatan minat dan rasa ingin tahu terhadap pembelajaran fisika. Siswa terlihat aktif bertanya selama sesi sosialisasi dan tertarik pada demonstrasi alat peraga berbasis mikrokontroler yang ditunjukkan oleh tim PKM. Mereka menyatakan bahwa kegiatan eksperimen seperti ini membuat pelajaran fisika terasa lebih menarik dan mudah dipahami karena dapat diamati secara langsung melalui alat digital.

3. Tahap Pelatihan dan Pendampingan

Tahap pelatihan dan pendampingan merupakan kegiatan inti dari program pengabdian ini, yang berfokus pada peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa dalam menerapkan konsep fisika melalui eksperimen berbasis teknologi mikrokontroler Arduino Uno (Wahyudi *et al.*, 2020). Tujuan utama tahap ini adalah untuk menumbuhkan minat belajar siswa terhadap fisika sekaligus memperkenalkan penerapan teknologi sederhana dalam kehidupan nyata.



Gambar 4. Pendampingan Terhadap Siswa

Kegiatan pelatihan dilaksanakan di Laboratorium Fisika MAN 1 Kolaka, dengan melibatkan 36 siswa kelas XI IPA sebagai peserta kegiatan diawali dengan pengenalan komponen dasar Arduino Uno, termasuk papan mikrokontroler, kabel jumper, resistor, LED, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suara, dan modul LCD (Liquid Crystal Display) (Destiarini & Kumara, 2019). Siswa juga diperkenalkan dengan perangkat lunak Arduino IDE untuk menulis dan mengunggah program ke papan Arduino. Setelah mendapatkan penjelasan teori, siswa mengikuti praktik langsung (*hands-on training*) secara berkelompok. Dalam sesi ini, mereka dibimbing oleh tim PKM untuk merancang dan memprogram beberapa proyek sederhana yang relevan dengan pembelajaran fisika, yaitu:

1. Sensor Jarak (HC-SR04 Ultrasonic Sensor)

Siswa merancang alat pengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik. Hasil pengukuran ditampilkan secara real time pada layar LCD 16x2, sehingga siswa dapat mengamati hubungan antara waktu tempuh gelombang, jarak, dan kecepatan bunyi. Proyek ini membantu siswa memahami penerapan konsep gelombang dan pengukuran fisik dalam bentuk digital.

2. Sensor Suara (Sound Detection Module)

Siswa membuat sistem pendeteksi intensitas suara yang akan memicu LED atau alarm sederhana. Proyek ini memperkenalkan konsep gelombang bunyi, amplitudo, dan energi suara, sekaligus menunjukkan bagaimana bunyi dapat diubah menjadi sinyal listrik yang terukur oleh sensor.

3. Rangkaian LED (Light Emitting Diode)

Siswa memprogram LED untuk menyala bergantian atau sebagai indikator dari sensor jarak dan sensor suara. Melalui kegiatan ini, siswa memahami prinsip arus listrik, tegangan, resistansi, serta penerapan hukum Ohm dalam sirkuit elektronik sederhana.

4. Tampilan LCD (Liquid Crystal Display)

Modul LCD digunakan sebagai media tampilan data hasil pengukuran sensor. Siswa memprogram Arduino agar hasil pengukuran jarak atau intensitas suara dapat muncul di layar LCD. Selain memperkuat keterampilan pemrograman, kegiatan ini juga mengajarkan konsep pengolahan data dan representasi hasil pengukuran dalam eksperimen ilmiah.

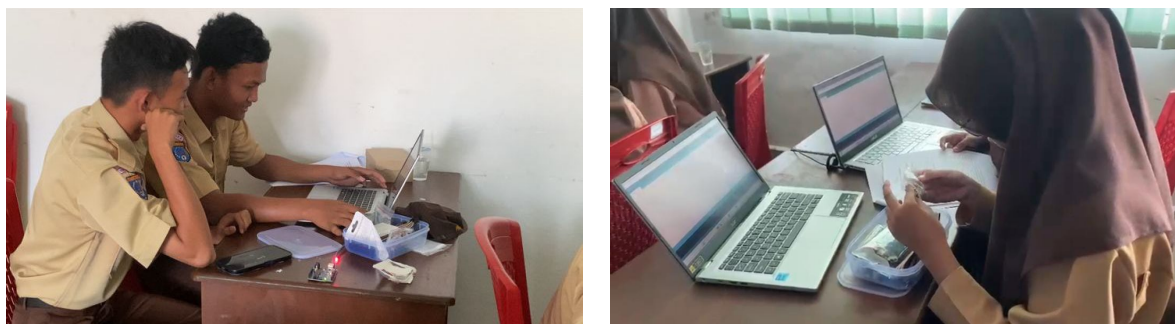
Pendampingan dilakukan selama proses perakitan dan pengujian alat. Tim PKM mendampingi setiap kelompok untuk memastikan bahwa siswa mampu menjalankan tahapan eksperimen secara mandiri, mulai dari perakitan komponen, pemrograman, pengujian alat, hingga analisis hasil percobaan. Siswa juga diarahkan untuk mencatat hasil pengamatan dan menarik kesimpulan berdasarkan hubungan antara hasil data dan teori fisika yang telah dipelajari. Selama proses pelatihan, siswa dibimbing langsung oleh tim dosen dan mahasiswa PKM yang berperan sebagai fasilitator teknis. Pendampingan dilakukan secara intensif pada setiap kelompok untuk memastikan siswa memahami langkah-langkah eksperimen mulai dari perakitan komponen, penulisan program, pengujian alat, hingga interpretasi data hasil pengukuran.

Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi selama kegiatan berlangsung. Mereka aktif bertanya, berdiskusi, dan mencoba berbagai variasi program untuk

memperluas fungsi alat. Berdasarkan evaluasi akhir, lebih dari 85% siswa berhasil menyelesaikan proyeknya secara mandiri, dengan alat yang berfungsi baik dan mampu menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fisika, tetapi juga menumbuhkan rasa percaya diri, kreativitas, dan kemampuan berpikir logis. Siswa menyatakan bahwa belajar fisika dengan cara ini terasa lebih menarik dan mudah dipahami karena mereka dapat melihat hasil nyata dari fenomena fisika melalui alat buatan sendiri. Sebagai tindak lanjut, tim PKM menyusun modul pelatihan dan panduan praktikum berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang mencakup empat proyek utama: sensor jarak, sensor suara, rangkaian LED, dan LCD display. Modul ini digunakan sebagai bahan pembelajaran lanjutan di MAN 1 Kolaka dan menjadi luaran nyata dari kegiatan pengabdian ini (Widayaka *et al.*, 2022).

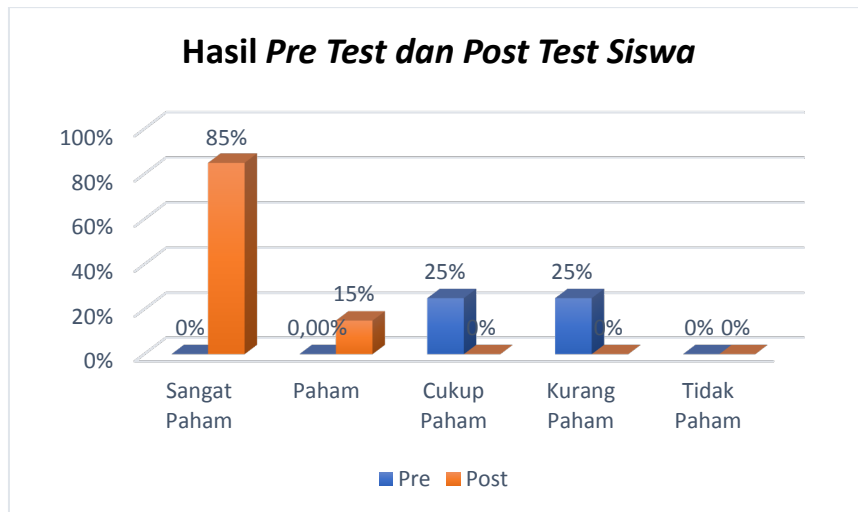
4. Tahap Implementasi dan Evaluasi

Tahap implementasi dan evaluasi merupakan bagian penting dari keseluruhan rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat, yang bertujuan untuk memastikan keterlaksanaan program sekaligus menilai keberhasilan kegiatan pelatihan dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa (Arifin *et al.*, 2019). Pada tahap implementasi, siswa menerapkan secara langsung hasil pelatihan yang telah diperoleh melalui kegiatan eksperimen berbasis mikrokontroler Arduino Uno di Laboratorium Fisika MAN 1 Kolaka. Seluruh peserta, yang terdiri dari 36 siswa kelas XI IPA, dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil untuk melaksanakan proyek eksperimen secara mandiri. Setiap kelompok merancang dan menguji alat yang mereka buat, meliputi sensor jarak (HC-SR04 Ultrasonic Sensor), sensor suara (Sound Detection Module), rangkaian LED, dan modul LCD 16x2. Melalui kegiatan ini, siswa belajar menerapkan konsep gelombang bunyi, kecepatan rambat, arus listrik, hukum Ohm, serta konversi energi listrik menjadi cahaya dan bunyi dalam konteks yang nyata dan aplikatif.



Gamba 5. Siswa Merakit Mikrokontroler

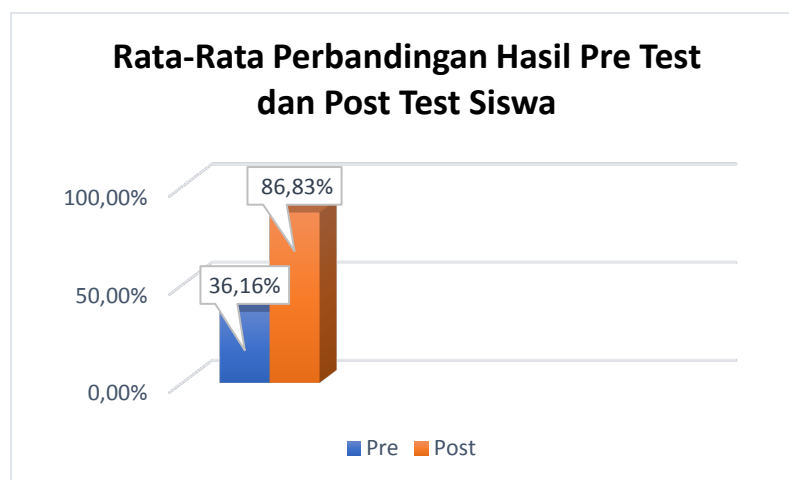
Setelah seluruh kelompok berhasil mengimplementasikan alatnya, dilakukan evaluasi hasil kegiatan melalui observasi, wawancara, serta pengukuran tingkat pemahaman menggunakan angket pre-test dan post-test. Berdasarkan diagram di bawah ini, terlihat adanya peningkatan yang sangat signifikan pada tingkat pemahaman siswa setelah diberikan perlakuan berupa kegiatan pembelajaran atau pelatihan berbasis eksperimen mikrokontroler. Pada tahap pre test, tidak ada siswa yang berada pada kategori *Sangat Paham* dan *Paham*. Sebagian besar siswa berada pada kategori *Cukup Paham* (25%) dan *Kurang Paham* (25%), sementara sisanya berada pada kategori *Tidak Paham* (0%). Hal ini menunjukkan bahwa sebelum pelatihan, sebagian besar siswa belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai konsep dan penerapan mikrokontroler.



Gambar 6. Diagram Hasil *Pre Test* dan *Post Test* Siswa

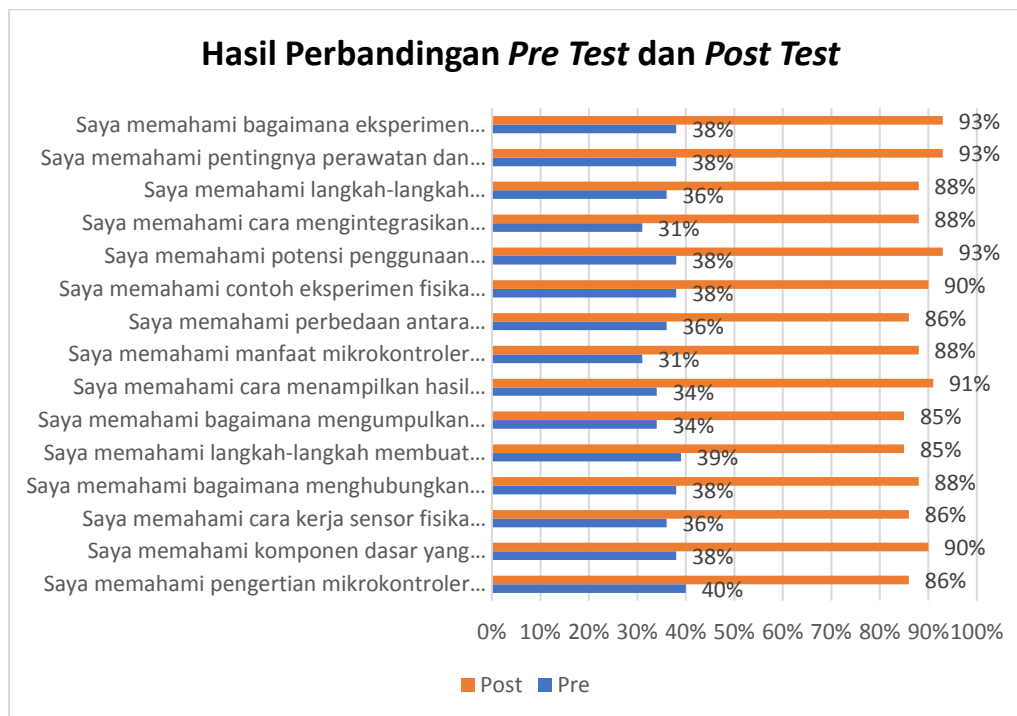
Setelah dilakukan pembelajaran berbasis eksperimen, hasil post test menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Sebanyak 85% siswa masuk dalam kategori *Sangat Paham* dan 15% siswa berada pada kategori *Paham*. Tidak ada lagi siswa yang berada pada kategori *Cukup Paham*, *Kurang Paham*, maupun *Tidak Paham*. Perubahan distribusi nilai ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran yang dilakukan sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Siswa yang awalnya hanya memiliki pengetahuan dasar bahkan kurang paham terhadap mikrokontroler, mampu memahami materi dengan sangat baik setelah mengikuti kegiatan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan eksperimen berbasis mikrokontroler efektif dalam membantu siswa memahami hubungan antara teori fisika dan penerapannya dalam teknologi (Suwandi *et al.*, 2023).

Selain peningkatan aspek kognitif, aspek afektif dan psikomotor siswa juga mengalami perkembangan. Berdasarkan hasil observasi, siswa tampak lebih percaya diri dalam menggunakan perangkat elektronik, mampu bekerja sama dalam kelompok, dan menunjukkan rasa ingin tahu tinggi terhadap fenomena fisika yang sedang diamati. Guru fisika MAN 1 Kolaka menilai bahwa kegiatan ini membantu mengubah pola belajar siswa dari pasif menjadi aktif dan eksploratif, serta meningkatkan minat terhadap sains dan teknologi.



Gambar 7. Rata-rata Perbandingan Hasil *Pre Test* dan *Post Test* Siswa

Grafik di atas menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada rata-rata tingkat pemahaman siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran berbasis eksperimen mikrokontroler. Pada hasil pre test, tingkat pemahaman siswa berada pada rata-rata 36,16%, yang menunjukkan bahwa sebelum pelatihan sebagian besar siswa masih memiliki pemahaman yang rendah terhadap konsep dasar mikrokontroler, baik dari sisi fungsi, komponen, maupun penerapan praktisnya. Setelah diberikan pembelajaran dan praktik langsung menggunakan kit mikrokontroler, hasil post test meningkat drastis menjadi 86,83%. Peningkatan sebesar 50,67 poin persentase ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis eksperimen mampu memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan meningkatkan kemampuan kognitif siswa secara nyata.



Gambar 8. Hasil Perbandingan Pre Test dan Post Test Masing-Masing Pernyataan

Perbandingan ini memperlihatkan bahwa metode pembelajaran yang diterapkan tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga menumbuhkan rasa ingin tahu dan motivasi siswa dalam memahami teknologi mikrokontroler yang relevan dengan perkembangan ilmu fisika terapan dan teknologi modern. Evaluasi keseluruhan menunjukkan bahwa kegiatan implementasi dan pelatihan berhasil mencapai tujuan yang telah direncanakan. Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga keterampilan praktis dalam merancang dan menggunakan alat mikrokontroler sederhana. Dengan dukungan dari pihak sekolah, alat hasil kegiatan dan modul pembelajaran berbasis mikrokontroler yang telah disusun akan digunakan sebagai media praktikum tetap di laboratorium fisika MAN 1 Kolaka. Keberhasilan tahap implementasi ini menjadi dasar penting untuk pengembangan model pembelajaran fisika berbasis teknologi yang berkelanjutan dan dapat direplikasi di sekolah lain (Minardi *et al.*, 2023).

5. Tahap Keberlanjutan Program

Tahap keberlanjutan program dilakukan untuk memastikan hasil kegiatan PKM tetap memberikan manfaat setelah pelaksanaan berakhir. Sebagai bentuk tindak lanjut, tim pengabdian dari Universitas Sembilanbelas November Kolaka melakukan penyerahan alat eksperimen mikrokontroler kepada pihak MAN 1 Kolaka untuk digunakan sebagai media pembelajaran dan praktikum fisika di

laboratorium sekolah. Alat yang diserahkan meliputi sensor jarak (HC-SR04), sensor suara, rangkaian LED, dan LCD display, lengkap dengan modul panduan praktikum berbasis mikrokontroler yang telah disusun selama kegiatan. Pihak sekolah, melalui guru fisika, berkomitmen untuk memanfaatkan alat tersebut dalam kegiatan pembelajaran dan mengembangkan eksperimen serupa secara mandiri.



Gambar 9. Penyerahan Alat ke Pihak Sekolah

Dengan adanya penyerahan alat dan modul ini, kegiatan PKM diharapkan berlanjut menjadi program pembelajaran fisika berbasis teknologi yang berkesinambungan serta menjadi contoh pengembangan inovasi pembelajaran di madrasah lain di Kabupaten Kolaka.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan PKM Pembelajaran Fisika Berbasis Mikrokontroler di MAN 1 Kolaka telah terlaksana dengan baik dan mencapai hasil yang diharapkan. Berdasarkan hasil angket pre-test dan post-test, terjadi peningkatan pemahaman siswa yang signifikan, yaitu dari rata-rata 36,16% yang berarti siswa kurang paham sebelum kegiatan. Setelah pelatihan dan pendampingan mendapatkan rata-rata sebesar 86,83% yang berarti sangat paham. Siswa mampu merakit dan memprogram alat berbasis mikrokontroler seperti sensor jarak, sensor suara, LED, dan LCD display, serta menunjukkan antusiasme tinggi dalam memahami konsep fisika melalui eksperimen.

Sebagai bentuk keberlanjutan, tim PKM telah menyerahkan alat mikrokontroler dan modul panduan praktikum kepada pihak sekolah agar dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran fisika secara berkelanjutan di laboratorium MAN 1 Kolaka. Kegiatan serupa dapat dikembangkan menjadi program pelatihan bagi guru fisika se-Kabupaten Kolaka, sehingga penerapan pembelajaran berbasis mikrokontroler dapat diperluas dan mendukung peningkatan kualitas pendidikan sains di tingkat madrasah maupun sekolah menengah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jendral Riset dan Pengembangan Kemendiknasaintek Republik Indonesia atas pendanaan kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat, dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LPPM-PMP) Universitas Sembilanbelas November Kolaka atas dukungan fasilitasi dan koordinasi selama pelaksanaan program.

Penulis juga berterima kasih kepada Tim Pelaksana, Mahasiswa, Kepala Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Kolaka, guru fisika, serta peserta didik kelas XI IPA yang telah memberikan partisipasi aktif, kerja sama, dan antusiasme tinggi sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan memberikan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Wahyono, U., & Saehana, S. (2021). Pengembangan Media Alat Praktikum Pelayangan Gelombang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 8(2).
- Arifin, F., Indrasari, W., & Rustana, C. E. (2019). Pengembangan Alat Praktikum Pelayangan Bunyi dan Efek Doppler Berbasis Modul Mikrofon Kondenser Dan Mikrokontroler. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 8. SNF2019-PE. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2019>
- Bulaka, B., Triani, T., Saputra, I. G. P. E., & Fitra, R. A. (2024). Pengembangan Prototype Bel Cerdas Cermat Terintegrasi Tampilan Skor Digital Berbasis Arduino Mega. *SAINTIFIK: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 10(1), 24–28. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v10i1.480>
- Destiarini, & Kumara, P. W. (2019). Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328. *Jurnal Informanika*, 5(1), 18–25.
- Erlinawati, C. E., & Bektiarso, S. (2019). Integrasi Pendidikan, Sains, dan Teknologi Dalam Mengembangkan Budaya Ilmiah di Era Revolusi Industri 4.0: Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1).
- Fitriyani, L. O., Koderi, K., & Anggraini, W. (2018). Project Based Learning: Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di Tanggamus. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 243–253. <https://doi.org/10.24042/ijisme.v1i3.3599>
- Hakim, S. L., Hadiati, S., Sukadi, E., Saputri, D. F., Anggraeni, L., Sari, I. N., & Pramuda, A. (2023). Pembelajaran Fisika Melalui Eksperimentasi Berbasis Mikrokontroler di SMAN 3 Sungai Kakap Melalui Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM). *Al-Tafani: Jurnal Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 39–45. <https://doi.org/10.61166/altafani.v1i1.344>
- Laksanawati, W. D., Kusdiwelirawan, A., & AB, F. C. (2021). PKM Meningkatkan Minat Siswa SMA di Sekitar Sudin Pendidikan Wilayah 2 Jakarta Timur Terhadap Fisika Melalui Workshop Media Pembelajaran Berbasis Mikrokontroler. *Journal Community Service Consortium*, 2(2). <https://doi.org/10.55606/jcsc.v2i2.336>
- Minardi, S., Wirawan, R., Kurniawidi, D. W., Rahayu, S., Budianto, A., Mardiana, L., & Mariadi, D. (2023). Penguatan Materi Fisika Dasar Menggunakan Alat Peraga Kit Sederhana Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno di MAN 1 Selong, Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2669–2678. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i4.1191>
- Munir. (2017). *Pembelajaran Digital: Pengembangan Kurikulum dan Teknologi Pembelajaran di Era Digital*. Bandung: Alfabeta.
- Qomariyah, N., Wirawan, R., Minardi, S., & Handayana, I. G. N. Y. (2020). Pendalaman Konsep Fisika Menggunakan Alat Peraga Berbasis Mikrokontroler Pada Siswa SMA. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1), 486–490.
- Ramadhani, M. R. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Arduino untuk SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 101–109.
- Rochayati, U., Waluyanti, S., & Santoso, D. (2012). Inovasi Media Pembelajaran Sains Teknologi di SMP Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 42(2), 115–123.
- Suwandi, I. A., Asmi, D. Z., & Rachmat, Z. (2023). Desain Media Pembelajaran Teknologi Fisika dan Sains Integrasi Mikrokontroler dan Sensor Jarak. *Journal of Power Electric and Renewable Energy*, 1(2), 38–43. <https://doi.org/10.58965/jopere.v1i2.120>
- Wahyudi, I. (2020). Penggunaan Arduino Uno Dalam Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, 4(1), 85–90.
- Widayaka, P. D., Windayani, N. R., Sisephaputra, B., Wardani, A. L., & Zulfikar, A. R. (2022). Pengabdian Pada Masyarakat: Trainer Board Mikrokontroler Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran

di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 471–478. Lungbung Inovasi. <https://doi.org/10.36312/linov.v7i4.875>

