



Peningkatan Literasi Teknologi Siswa SMP melalui Pelatihan Arduino Berbasis Project Based Learning pada Implementasi Sistem Kontrol Lampu Berbasis SMS

Riswal Nafi Siregar¹, Elfi Fauziah²

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pamulang¹, Pusat Riset Kedokteran Preklinik dan Klinik, BRIN²

E-mail : riswalsfs@gmail.com¹, dosen00475@unpam.ac.id²

Abstrak

Perkembangan teknologi digital menuntut peningkatan literasi teknologi sejak pendidikan dasar. Namun, hasil identifikasi di SMP Islam Imam Syafii menunjukkan pembelajaran mikrokontroler belum pernah dilaksanakan, fasilitas praktikum elektronika terbatas, dan belum tersedia modul berbasis proyek. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan literasi teknologi siswa melalui pelatihan Arduino berbasis Project Based Learning (PjBL) dengan implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS. Kegiatan diikuti 23 siswa kelas VIII menggunakan pendekatan Participatory Learning, Learning by Doing, dan PjBL, yang meliputi identifikasi kebutuhan, koordinasi, persiapan modul, penyampaian materi, praktikum, implementasi sistem, pendampingan, dan evaluasi. Evaluasi dilakukan melalui indikator keberhasilan, perbandingan pre-test dan post-test, kemampuan praktik, serta tingkat kepuasan peserta. Hasil menunjukkan seluruh tahapan berjalan baik. Nilai rata-rata peserta meningkat dari 42,61 menjadi 86,74, dan nilai tertinggi dari 60 menjadi 100. Kemampuan praktik peserta sangat baik, dengan capaian 95,65% pada aspek perakitan dan implementasi, serta 91,30% pada upload program dan komunikasi serial. Sebanyak 95,66% peserta memberikan penilaian baik hingga sangat baik. Pelatihan Arduino berbasis PjBL terbukti efektif sebagai alternatif pembelajaran untuk meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan dasar mikrokontroler siswa SMP.

Kata Kunci: Arduino; literasi teknologi; Project Based Learning; mikrokontroler; pengabdian kepada masyarakat

Abstract

Advances in digital technology require improved technology literacy starting in elementary school. However, an assessment at Imam Syafii Islamic Junior High School revealed that microcontroller instruction had never been implemented, electronics lab facilities were limited, and project-based modules were not yet available. This community service project aimed to improve students' technology literacy through Arduino training based on Project-Based Learning (PjBL), involving the implementation of an SMS-based lighting control system. The program involved 23 eighth-grade students and utilized the Participatory Learning, Learning by Doing, and PjBL approaches, which included needs assessment, coordination, module preparation, instruction, hands-on labs, system implementation, mentoring, and evaluation. Evaluation was conducted using success indicators, pre-test and post-test comparisons, practical skills, and participant satisfaction levels. The results showed that all stages proceeded smoothly. Participants' average scores increased from 42.61 to 86.74, and the highest score rose from 60 to 100. Participants' practical skills were excellent, with a 95.65% success rate in assembly and implementation, and a 91.30% success rate in program uploading and serial communication. A total of 95.66% of participants rated the program as good to very good. PjBL-based Arduino training has proven to be an effective alternative learning method for improving junior high school students' technology literacy and basic microcontroller skills.

Keywords: Arduino; technology literacy; Project-Based Learning; microcontroller; community service.

Copyright (c) 2026 Riswal Nafi Siregar, Elfi Fauziah

✉ Corresponding author

Address : Jalan Anggur 2 no 9 perumahan 2 Parung Panjang, 16360 Bogor

Email : riswalsfs@gmail.com

DOI : 10.31004/abdidas.v7i4.1386

ISSN 2721- 9224 (Media Cetak)

ISSN 2721- 9216 (Media Online)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah mendorong transformasi sistem pendidikan menuju pembelajaran yang lebih adaptif, inovatif, dan berorientasi pada penguasaan kompetensi abad ke-21. Peserta didik tidak lagi hanya dituntut menguasai konsep teoritis, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, berkolaborasi, berkomunikasi, serta mampu memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan nyata (Yasir & Gunawan, 2024; Wibowo, 2023). Penguatan literasi teknologi menjadi salah satu kompetensi penting yang perlu ditanamkan sejak jenjang sekolah menengah pertama sebagai bekal menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat (Marliani, 2025).

Pendekatan pembelajaran berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) semakin banyak diterapkan karena mampu mengintegrasikan pengetahuan lintas disiplin dalam penyelesaian masalah nyata. Pembelajaran STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, kreatif, serta keterampilan pemecahan masalah melalui aktivitas yang bersifat kontekstual (Fadliyanti, 2025). Model pembelajaran yang mendukung implementasi pendekatan STEM adalah Project Based Learning (PjBL). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa PjBL mampu meningkatkan motivasi belajar, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan hasil belajar peserta didik melalui keterlibatan langsung dalam

penyelesaian suatu proyek (Guo et al., 2020; Indri et al., 2020; Kokotsaki et al., 2016; Sa'adah & Wahyuni, 2024).

Media pembelajaran yang banyak digunakan dalam implementasi PjBL adalah Arduino. Arduino merupakan platform mikrokontroler open-source yang mudah diprogram, memiliki biaya relatif rendah, serta didukung oleh berbagai modul tambahan sehingga sangat sesuai digunakan sebagai media pembelajaran elektronika, pemrograman, dan sistem kendali (Permana Al Kautsar & Rachmawan Ade, 2023). Pemanfaatan Arduino dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami keterkaitan antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) melalui kegiatan praktikum secara langsung, sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih mudah dipahami dan diaplikasikan (Prasetyanto & Caturtha, 2023; Raudiah & Elfizon, 2020).

Hasil koordinasi dengan SMP Islam Imam Syafii menunjukkan bahwa sekolah belum pernah menyelenggarakan pembelajaran mikrokontroler berbasis Arduino secara terstruktur. Selain itu, fasilitas praktikum elektronika masih terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik belum memiliki pengalaman dalam merancang, merakit, maupun memprogram sistem elektronika sederhana sehingga kemampuan literasi teknologi dan keterampilan praktik masih perlu ditingkatkan. Permasalahan tersebut menjadi dasar dilaksanakannya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat melalui pelatihan Arduino berbasis Project Based Learning.

Pada kegiatan ini dipilih implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS menggunakan Arduino Uno, modul GSM SIM900A, dan relay, karena mampu mengintegrasikan konsep elektronika dasar, pemrograman mikrokontroler, komunikasi serial, dan otomasi sederhana dalam satu kegiatan praktikum yang mudah dipahami oleh siswa sekolah menengah pertama (Prasetyanto & Caturtha, 2023). Melalui pendekatan tersebut peserta tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar secara langsung melalui proses merancang rangkaian, menyusun program, melakukan pengujian, hingga mengoperasikan sistem secara mandiri.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah meningkatkan literasi teknologi siswa SMP Islam Imam Syafii melalui pelatihan Arduino berbasis Project Based Learning pada implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS. Selain meningkatkan pemahaman mengenai mikrokontroler dan sistem kendali sederhana, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran berbasis proyek yang dapat diterapkan secara berkelanjutan untuk mendukung penguatan pembelajaran STEM di sekolah.

METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan di SMP Islam Imam Syafii sebagai sekolah mitra yang berdasarkan hasil observasi awal belum memiliki pembelajaran mikrokontroler berbasis Arduino, keterbatasan

perangkat praktikum elektronika. Sasaran kegiatan adalah 23 siswa kelas VIII yang dipilih berdasarkan koordinasi dengan pihak sekolah. Sebagian besar peserta belum memiliki pengalaman dalam bidang elektronika maupun pemrograman mikrokontroler sehingga materi pelatihan disusun secara bertahap mulai dari pengenalan konsep dasar hingga implementasi sistem kontrol sederhana.

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Participatory Learning yang dipadukan dengan Project Based Learning (PjBL) dan Learning by Doing. Ketiga pendekatan tersebut dipilih karena mampu meningkatkan keterlibatan peserta secara aktif melalui kegiatan merancang, merakit, memprogram, menguji, dan mengevaluasi suatu produk secara langsung. Model pembelajaran berbasis proyek juga terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta keterampilan pemecahan masalah peserta didik (Guo et al., 2020; Kokotsaki et al., 2016; Patil & Kamerikar, 2025).

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas empat tahapan, yaitu (1) persiapan, (2) pelaksanaan pelatihan, (3) pendampingan, dan (4) evaluasi sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Kegiatan Implementasi

Tahap persiapan diawali dengan koordinasi bersama pihak sekolah untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta menentukan jumlah peserta pelatihan. Selanjutnya tim menyusun modul pelatihan, menyiapkan perangkat keras dan perangkat lunak, menginstal Arduino IDE, serta melakukan pengujian seluruh peralatan yang akan digunakan, meliputi Arduino Uno, modul GSM SIM900A, relay, catu daya, kabel penghubung, lampu sebagai beban, dan komputer pemrograman. Selain itu disusun pula instrumen evaluasi berupa lembar observasi, soal pre-test dan post-test, lembar penilaian praktik, serta angket kepuasan peserta.

Pelatihan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar elektronika, pengenalan Arduino Uno, struktur dasar pemrograman menggunakan Arduino IDE, komunikasi serial, serta prinsip kerja modul GSM SIM900A. Setelah penyampaian materi, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil untuk melaksanakan praktikum secara bertahap yang meliputi perakitan rangkaian elektronika, penyusunan program Arduino, proses unggah (*upload*) program, pengujian komunikasi serial, hingga implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS menggunakan modul GSM SIM900A dan relay sebagai aktuator. Seluruh kegiatan dirancang menggunakan pendekatan *Learning by Doing*, sehingga setiap peserta memperoleh pengalaman belajar secara langsung selama proses praktikum.

Selama kegiatan praktikum, setiap kelompok memperoleh pendampingan secara intensif oleh tim dosen dan mahasiswa.

Pendampingan dilakukan pada proses perakitan rangkaian, penulisan program, proses *upload* program, debugging, pengujian komunikasi serial, hingga pengoperasian sistem kontrol lampu berbasis SMS. Pendampingan bertujuan memastikan seluruh peserta mampu menyelesaikan setiap tahapan pembelajaran secara mandiri sekaligus meminimalkan kesalahan selama proses implementasi sistem.

Evaluasi kegiatan dilakukan untuk mengukur keberhasilan pelaksanaan program berdasarkan empat aspek utama, yaitu peningkatan pengetahuan, kemampuan praktik, keberhasilan implementasi sistem, dan tingkat kepuasan peserta. Peningkatan pengetahuan diukur melalui perbandingan nilai pre-test dan post-test. Kemampuan praktik dinilai kemampuan merakit rangkaian, melakukan *upload* program, komunikasi serial, serta implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS. Tingkat kepuasan peserta diukur menggunakan angket skala Likert lima tingkat, sedangkan keberhasilan program berdasarkan ketercapaian indikator pelaksanaan yang meliputi kehadiran peserta, keterlaksanaan pelatihan, keberhasilan praktikum, dan implementasi sistem. Data hasil evaluasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan nilai rata-rata, persentase ketercapaian, serta penyajian dalam bentuk tabel dan grafik untuk memberikan gambaran mengenai efektivitas pelaksanaan kegiatan PKM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Awal Mitra

Kegiatan pengabdian diawali dengan observasi dan koordinasi bersama pihak SMP Islam Imam Syafii untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran teknologi. Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi penyampaian teori, sedangkan kegiatan praktikum elektronika dan pemrograman belum pernah dilaksanakan secara terstruktur. Selain itu, sekolah belum memiliki perangkat praktikum Arduino maupun modul pembelajaran berbasis proyek sehingga peserta didik belum memperoleh pengalaman dalam mengembangkan sistem elektronika sederhana. Kondisi tersebut menjadi dasar penyusunan materi pelatihan yang dimulai dari pengenalan elektronika dasar hingga implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Permasalahan Mitra

Permasalahan	Kondisi Awal
Pembelajaran Arduino	Belum pernah dilaksanakan
Modul pembelajaran	Belum tersedia
Praktikum elektronika	Terbatas
Pengalaman pemrograman siswa	Belum memiliki pengalaman
Pembelajaran berbasis proyek	Belum diterapkan secara optimal

Hasil identifikasi tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan utama sekolah tidak hanya berupa penyediaan perangkat praktikum, tetapi juga model pembelajaran yang mampu mengintegrasikan teori dan praktik oleh karena itu,

pendekatan Project Based Learning (PjBL) dipilih karena mampu memberikan pengalaman belajar melalui penyelesaian proyek nyata sehingga peserta didik lebih aktif dalam membangun pengetahuan dan keterampilan. Temuan ini sejalan dengan Guo et al. (2020), Kokotsaki et al. (2016), dan Sa'adah dan Wahyuni (2024) yang melaporkan bahwa PjBL meningkatkan keterlibatan peserta didik, kemampuan berpikir kritis, dan hasil belajar.

Pelaksanaan Pelatihan Arduino

Pelatihan diikuti oleh 23 siswa kelas VIII SMP Islam Imam Syafii. Seluruh kegiatan dilaksanakan secara bertahap meliputi pengenalan elektronika, Arduino Uno, pemrograman menggunakan Arduino IDE, komunikasi serial, penggunaan modul GSM SIM900A, hingga implementasi sistem kontrol. Peserta dibagi berkelompok dengan pendampingan dosen dan peserta memperoleh kesempatan untuk merancang rangkaian, melakukan pemrograman, serta menguji system.



Gambar 2. Penyampaian Materi

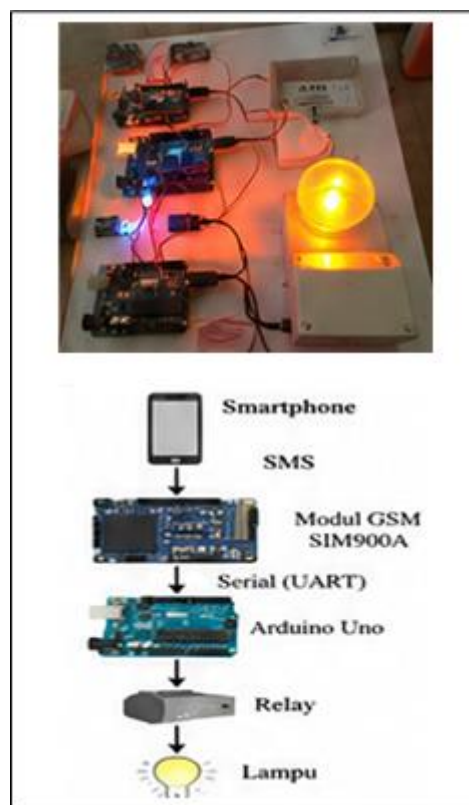


Gambar 3. Praktikum Perakitan Sistem

Pendekatan *hands-on learning* yang diterapkan selama pelatihan membuat peserta tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga mampu menghubungkan antara kode program dengan perilaku perangkat keras secara langsung.

Implementasi Sistem

Tahap inti kegiatan adalah implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS. Sistem terdiri atas telepon seluler sebagai media pengirim perintah, modul GSM SIM900A sebagai antarmuka komunikasi, Arduino Uno sebagai pengendali utama, relay sebagai aktuator, dan lampu sebagai beban keluaran. Arduino membaca pesan SMS yang diterima melalui komunikasi serial, kemudian mengaktifkan atau menonaktifkan relay sesuai isi perintah yang diterima.



Gambar 4. Implementasi dan Diagramnya

Implementasi studi kasus ini memungkinkan peserta memahami integrasi antara elektronika dasar, pemrograman mikrokontroler, komunikasi serial, serta otomasi sederhana dalam satu kegiatan praktikum.

Capaian Pelaksanaan Kegiatan

Seluruh rangkaian kegiatan dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana. Berdasarkan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan, kegiatan berhasil menghasilkan modul pembelajaran Arduino, pelaksanaan pelatihan kepada 23 siswa, implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS, serta dokumentasi kegiatan sebagai bahan pembelajaran lanjutan.

Tabel 2. Luaran Program Pengabdian

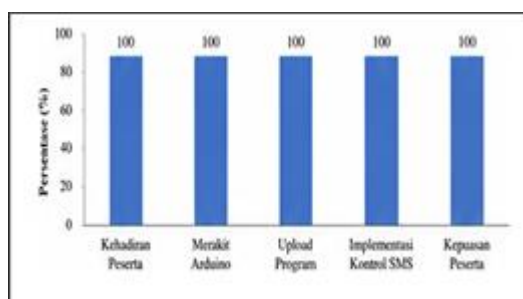
Luaran	Keterangan
Peserta pelatihan	23 siswa
Modul Arduino dasar	Tersusun
Sistem kontrol lampu berbasis SMS	Berhasil diimplementasikan
Dokumentasi kegiatan	Tersedia
Artikel ilmiah	Disusun

Hasil Evaluasi Program

Evaluasi dilakukan menggunakan empat instrument, yaitu indikator keberhasilan, perbandingan nilai pre-test dan post-test, kemampuan praktik dan tingkat kepuasan peserta.

Indikator keberhasilan Program

Indikator keberhasilan ditetapkan berdasarkan lima aspek utama kegiatan kehadiran peserta, merakit Arduino, upload program, implementasi sistem kontrol dan Kepuasan peserta. Indikator tersebut diperlihatkan pada Grafik:



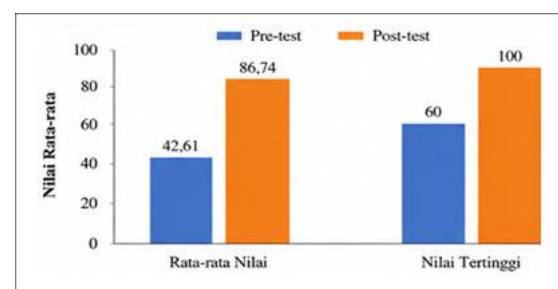
Gambar 5. Indikator Keberhasilan Program

Gambar 1 menunjukkan bahwa seluruh indikator keberhasilan mencapai 100% dari target yang telah ditetapkan. Temuan ini sejalan dengan Jafar et al. (2022), Ratnadewi et al. (2020), dan

Rahayu et al. (2024) yang menyatakan bahwa pendampingan yang terstruktur berkontribusi terhadap peningkatan motivasi, partisipasi, dan hasil belajar peserta.

Perbandingan Nilai Pre-test dan Post Test

Mengukur peningkatan pemahaman konsep, peserta diberikan pre-test sebelum dilakukan pembelajaran PKM dan post-test setelah pembelajaran dan praktikum berakhir



Gambar 6. Perbandingan Nilai

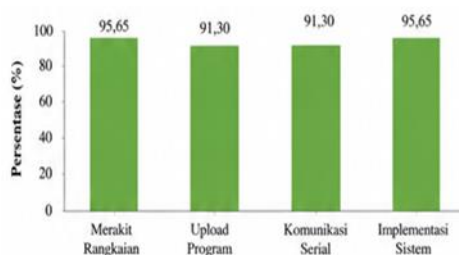
Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari **42,61** pada saat *pre-test* menjadi **86,74** pada saat *post-test*, sedangkan nilai tertinggi meningkat dari **60** menjadi **100**. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelatihan Arduino berbasis Project Based Learning efektif meningkatkan pemahaman peserta terhadap konsep dasar mikrokontroler dan implementasinya.

Peningkatan hasil belajar tersebut konsisten dengan penelitian Guo et al. (2020), Kokotsaki et al. (2016), serta Sa'adah dan Wahyuni (2024) yang melaporkan bahwa PjBL mampu meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kolaborasi peserta didik melalui aktivitas penyelesaian proyek yang bersifat autentik.

Kemampuan Praktik Peserta

Kemampuan praktik terukur berdasarkan observasi terhadap empat keterampilan utama selama praktikum, yaitu:

- Merakit rangkaian
- Upload program
- Komunikasi serial
- Implementasi system

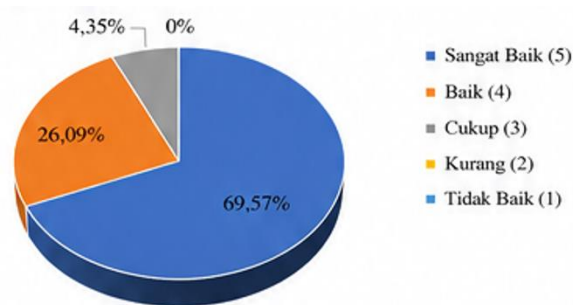


Gambar 7. Kemampuan Praktik Peserta

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa mayoritas peserta telah mampu melakukan praktik dengan sangat baik dari seluruh aspek dengan modul modul yang sederhana. Nilai tertinggi dicapai pada aspek merakit rangkaian dan implementasi sistem. Temuan ini sejalan dengan Chang dan Chen (2022), Yunus et al. (2023), serta Riyanti et al. (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktik menggunakan Arduino mampu meningkatkan keterampilan psikomotorik sekaligus kepercayaan diri peserta dalam menyelesaikan proyek berbasis STEM.

Tingkat Kepuasan Peserta

Respon peserta terhadap pembelajaran PKM walaupun singkat menggunakan angket skala Likert 1-5.



Gambar 8. Grafik Tingkat Kepuasan Peserta

Hasil angket menunjukkan bahwa 95,66% peserta memberikan penilaian baik hingga sangat baik terhadap pelaksanaan kegiatan PKM. Tingginya tingkat kepuasan menunjukkan bahwa metode pelatihan mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik, interaktif, dan mudah dipahami. Selain memperoleh materi teoritis, peserta juga dapat mengaplikasikan pengetahuan melalui kegiatan praktikum sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual.

Hasil tersebut mendukung penelitian Maryanti et al. (2025), Zhao, J et al. (2022), dan Santhosh et al. (2023) yang melaporkan bahwa integrasi STEM melalui Project Based Learning meningkatkan kepuasan belajar, motivasi, keterlibatan peserta, serta kualitas hasil pembelajaran.

Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dengan pendekatan Project Based Learning (PjBL) sangat sesuai diterapkan pada pembelajaran mikrokontroler di tingkat SMP karena peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara langsung melalui kegiatan merancang, merakit, menguji, dan mengevaluasi suatu sistem. Penggunaan modul Arduino sebagai

media pembelajaran membantu peserta memahami keterkaitan antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) karena mereka dapat mengamati secara langsung interaksi kedua komponen tersebut. Selain meningkatkan keaktifan peserta selama proses pembelajaran, pendekatan ini juga mendorong peserta menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan meningkatkan antusiasme belajar. Temuan ini sejalan dengan penelitian Guo et al. (2020) dan Kokotsaki et al. (2016) yang menyatakan bahwa aktivitas pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, serta hasil belajar.

Hasil pembelajaran PKM juga menunjukkan bahwa proses pembelajaran dengan model pelatihan mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta dan mengimplementasikannya dalam bentuk praktik elektronika dan pemrograman secara praktis. Nilai rata-rata peserta meningkat dari nilai pre-test 42,61 menjadi 86,74 pada saat post-test. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diintegrasikan antara teori pada penyampaian materi dengan demonstrasi pada saat praktik dan dilakukan pendampingan pembelajaran membuat peserta lebih cepat berproses dari setiap materi yang disampaikan. Peserta secara bertahap lebih mudah memahami konsep dasar Arduino, komunikasi serial, dan implementasi sistem kontrol berbasis SMS. Hasil ini sesuai dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa peserta pembelajaran akan lebih mudah memahami materi jika mereka

terlibat langsung dalam proses perancangan dan penyelesaian proyek.

Hasil evaluasi kemampuan praktik menunjukkan bahwa setiap aspek mencapai capaian di atas 91%, dengan kemampuan merakit rangkaian dan implementasi sistem mencapai 95,65%. Capaian ini menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memahami materi secara teoritis, tetapi juga mampu menggunakan keterampilan psikomotorik untuk merakit rangkaian, mengupload program, menguji komunikasi serial, dan mengoperasikan sistem secara mandiri. Kemampuan praktik yang tinggi menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran langsung memberi peserta kesempatan untuk belajar melalui pengalaman langsung, sehingga mereka dapat segera memperbaiki kesalahan selama praktikum melalui proses pendampingan. Metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan praktik peserta dan meningkatkan kepercayaan mereka terhadap penggunaan teknologi berbasis mikrokontroler.

Metode pelatihan dapat membuat kelas menarik, interaktif, dan mudah dipahami, seperti yang ditunjukkan oleh tingkat kepuasan peserta 95,66%. Tingkat kepuasan yang tinggi menunjukkan bahwa peserta mendapatkan manfaat langsung dari kegiatan praktikum berbasis proyek, selain kualitas materi yang disampaikan. Studi kasus sistem kontrol lampu berbasis SMS mengajarkan peserta bagaimana konsep elektronika, pemrograman, komunikasi serial, dan otomasi dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi nyata. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dengan PjBL dapat

meningkatkan motivasi belajar sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual daripada pembelajaran konvensional.

Penggunaan studi kasus yang relatif sederhana tetapi mampu memperkenalkan konsep embedded system dan otomasi yang banyak digunakan dalam industri dan Internet of Things (IoT) adalah keuntungan lain dari inisiatif ini. Dengan menggunakan kontrol lampu berbasis SMS, mikrokontroler dapat berkomunikasi dengan perangkat elektronik melalui jaringan GSM untuk mengontrolnya dari jarak jauh. Ini berbeda dengan praktikum Arduino dasar yang biasanya hanya menampilkan pengendalian LED. Metode ini diharapkan dapat meningkatkan minat siswa untuk belajar tentang elektronika, sistem tertanam, dan Internet of Things di sekolah mendatang karena memberikan gambaran nyata tentang penerapan teknologi digital dalam kehidupan sehari-hari.

Karena menghasilkan modul pembelajaran Arduino dan prototipe sistem yang dapat digunakan kembali untuk kegiatan ekstrakurikuler dan praktikum, kegiatan ini memberikan dampak yang berkelanjutan bagi sekolah mitra. Oleh karena itu, manfaat program tidak berhenti setelah kursus selesai; mereka dapat menjadi dasar untuk pengembangan pendidikan berbasis proyek di sekolah. Salah satu indikator penting keberhasilan program pengabdian kepada masyarakat adalah keberlanjutan program. Ini memungkinkan pertukaran pengetahuan berlanjut dan mendorong pembentukan budaya pembelajaran berbasis teknologi di sekolah.

KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat melalui pelatihan Arduino berbasis *Project Based Learning* pada implementasi sistem kontrol lampu berbasis SMS berhasil dilaksanakan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Pelatihan mampu meningkatkan literasi teknologi siswa SMP Islam Imam Syafii melalui pembelajaran yang mengintegrasikan konsep elektronika dasar, pemrograman mikrokontroler, komunikasi serial, dan otomasi sederhana dalam satu proyek pembelajaran yang aplikatif. Penerapan pendekatan *Participatory Learning, Learning by Doing*, dan *Project Based Learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif sehingga peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu merancang, memrogram, menguji, dan mengoperasikan sistem kontrol lampu berbasis SMS secara mandiri.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta yang ditunjukkan oleh kenaikan nilai rata-rata *pre-test* dari **42,61** menjadi **86,74** pada *post-test*. Selain itu, kemampuan praktik peserta berada pada kategori sangat baik pada aspek perakitan rangkaian, *upload* program, komunikasi serial, dan implementasi sistem, serta tingkat kepuasan peserta mencapai **95,66%**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kompetensi dasar mikrokontroler sekaligus menumbuhkan minat peserta terhadap pembelajaran berbasis STEM.

Luaran kegiatan berupa modul pembelajaran Arduino berbasis *Project Based Learning* diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai media

pembelajaran dan panduan praktikum secara berkelanjutan di sekolah. Pada kegiatan selanjutnya, materi pelatihan dapat dikembangkan ke arah implementasi Internet of Things (IoT), sensor cerdas, maupun sistem otomasi berbasis komunikasi nirkabel sehingga kompetensi peserta berkembang sesuai dengan kebutuhan teknologi masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Yasir, A. H., & Gunawan, A. (2024). Mengungkap dampaknya: Peran teknologi AI dalam revolusi industri 4.0 bagi sumber daya manusia. *Jurnal Lentera BITEP*, *2*(2). <https://doi.org/10.59422/globa1.v2i02.229>
- Marliani, N. (2025). Literasi teknologi di sekolah dasar dalam pendidikan STEAM. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Sosial*, *4*(2), 103–110.
<https://doi.org/10.58540/jipsi.v4i2.885>
- Fadliyanti, F. (2025). Penerapan science technology engineering and mathematics (STEM) di dunia pendidikan Malaysia dan Indonesia dalam meningkatkan literasi teknologi sebagai penunjang revolusi industri. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, *10*(1).
<https://doi.org/10.28926/briliant.v10i1.1774>
- Indri, O. (2020). Peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa melalui model project-based learning dengan pendekatan STEM. *Journal on Mathematics Education Research*, *1*(1).
<https://doi.org/10.17509/j-mer.v1i1.24569>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, *102*, 101586.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, *19*(3), 267–277.
<https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Sa'adah, H., & Wahyuni, S. (2024). A critical review: Students outcomes of project based learning (PjBL). *Prominent*, *7*(2). <https://doi.org/10.24176/pro.v7i2.11784>
- Al Kautsar, P., & Ade, R. (2023). Studi komparasi platform open-source internet of things. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, *21*(1).
<https://doi.org/10.52330/jtm.v21i.38>
- Ari, E. P., & Caturtha, P. H. (2023). Aplikasi Arduino dalam teknik I/O untuk mengintegrasikan dan mengendalikan perangkat elektronik. *Jurnal Nusantara of Engineering*, *6*(2).
<https://doi.org/10.29407/noe.v6i2.21308>
- Wiranata, A. D., Hanief, S., Saputro, W. T., Murinto, & Muchlas. (2026). Peningkatan pemahaman mikrokontroler melalui pelatihan Arduino pada siswa rekayasa perangkat lunak SMK YPKK 1 Sleman. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (DIASIA)*, *2*(1).
<https://doi.org/10.71200/diasya.v2i1.219>
- Kamal, Firdayanti, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang. (2023). Implementasi aplikasi Arduino IDE pada mata kuliah sistem digital. *TEKNOS: Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, *1*(1), 1–9. <https://doi.org/10.59638/teknos.v1i1.40>
- Patil, M. S., & Kamerikar, U. A. (2025). Learning by doing through project based active learning technique. *Journal of Engineering Education Transformations*, *33*. <https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i0/150080>
- Ratnadewi, R., Susanthi, Y., Prijono, A., Dewantho, T. S., & Amadeus, C. (2020). Pendampingan pembelajaran NodeMCU menyongsong era revolusi masyarakat 5.0 pada siswa SMA X di Kota Bandung. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *4*(1), 18–28. <https://doi.org/10.31764/jmm.v4i1.1609>

- Rahayu, W. P., Sulistyowati, R., Pratikto, H., Hidayat, R., Narmaditya, B. S., Zainuddin, Z., Zumroh, S., & Indarwati, R. A. A. (2024). Using self-determination and expectancy theory to evaluate hybrid learning. *Cogent Education*, *11*(1), 2303535. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2303535>
- Chang, C.-C., & Chen, Y. (2022). Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: Psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method. *Interactive Learning Environments*, *30*(9), 1677–1692.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1741400>
- Yunus, Y., Suparmi, S., Safira, S., Saputri, R. P., & Fransisca, M. (2023). Psychomotor skills–self renewal capacity of students with the PACE model based on Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, *56*(3). <https://doi.org/10.23887/jpp.v56i3.65799>
- Riyanti, L. E., Kuntadi, C., Arrafat, B. S., & Kurniawan, I. E. (2023). Project-Based Learning, inquiry methods, demonstration methods, and psychomotor abilities: A review of the literature. *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science*, *4*(5). <https://doi.org/10.31933/dije.mss.v4i5.1769>
- Maryanti, R. D., Kusumaningrum, S. R., & Mardhatillah. (2025). Student responses and learning outcomes in STEM learning based on Project Based Learning (PjBL). *JP (Jurnal Pendidikan): Teori dan Praktik*, *10*(2), 211–218.
<https://doi.org/10.26740/jp.v10n2.p211-218>
- Zhao, J., Wijaya, T. T., Mailizar, M., & Habibi, A. (2022). Factors influencing student satisfaction toward STEM education: Exploratory study using structural equation modeling. *Applied Sciences*, *12*(19), 9717.
<https://doi.org/10.3390/app12199717>
- Santhosh, M., Farooqi, H., Bhadra, J., Sellami, A., & Ahmad, Z. (2023). A meta-analysis to gauge the effectiveness of STEM informal project-based learning: Investigating the potential moderator variables. *Journal of Science Education and Technology*, *32*, 671–685.
<https://doi.org/10.1007/s10956-023-10063-y>.
- Jafar, M. I., Damayanti, S., Adnan, K., & Amin, M. (2022). Hubungan pendampingan belajar oleh orang tua dengan prestasi belajar siswa di SD Negeri 217 Kampuno. *JPPSD: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, *2*(4), 293–299.
<https://doi.org/10.26858/jppsd.v2i2.28858>
- Wibowo, A. (2023). *Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0*. Yayasan Prima Agus Teknik.