



Peningkatan Kompetensi Siswa Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Semarang dengan Pelatihan Pemrograman Mikrokontroler dan Robotika

Bustanul Arifin^{1*}, Agus Adhi Nugroho²

^{1,2} Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

*Corresponding author: bustanul@unissula.ac.id

Received 07-05-2026

Revised 16-05-2026

Published 10-06-2026

ABSTRAK

Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 kota Semarang merupakan salah satu dari sekolah agama yang menghadapi tantangan dalam menyelaraskan kurikulum dengan kebutuhan era industri 4.0. Kesenjangan ini pada umumnya terjadi pada sekolah yang berbasis agama dengan sekolah kejuruan. Fokus kegiatan pengabdian ini adalah peningkatan kompetensi siswa dalam bidang teknologi pemrograman robotika dan mikrokontroler sebagai bekal menghadapi perkembangan era digital. Metode yang digunakan adalah *Project-Based Learning* (PBL), mencakup pemberian materi teoretis, demonstrasi, dan praktik perakitan langsung. Program ini dirancang untuk memperkenalkan konsep dasar robotika, sistem kendali, sensor, aktuator, serta pemrograman mikrokontroler menggunakan platform yang umum digunakan dalam pendidikan. Evaluasi dilakukan secara komprehensif melalui *pre-test*, *post-test*, serta penilaian fungsionalitas purwarupa yang dihasilkan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan kemampuan teknis, pemahaman konsep, dan kepercayaan diri dalam mengembangkan proyek berbasis robotika dan mikrokontroler secara lebih sistematis dan inovatif.

Kata kunci: Robotika; Mikrokontroler; Pemrograman; Teknologi; Inovatif

ABSTRACT

State Islamic Senior High School (MAN) 2 Semarang was identified as one of the religious schools facing challenges in aligning its curriculum with the demands of the Industry 4.0 era. This gap was commonly observed between religious-based schools and vocational institutions. Consequently, a community service activity was focused on improving students' competencies in robotics and microcontroller programming to prepare them for the digital era. The Project-Based Learning (PBL) method was implemented, which included the provision of theoretical materials, demonstrations, and direct assembly practices. The program was designed to introduce basic concepts of robotics, control systems, sensors, actuators, and microcontroller programming. Comprehensive evaluations were carried out through pre-tests, post-tests, and functional assessments of the resulting prototypes. The results indicated that students' technical skills, conceptual understanding, and self-confidence were significantly increased, enabling them to develop robotics projects in a more systematic and innovative manner.

Keywords: Robotics; Microcontroller; Programming; Technology; Innovative

PENDAHULUAN

Siswa sekolah madrasah mempunyai umur rata-rata belasan tahun yang dapat dikategorikan masa remaja. Masa ini merupakan masa pubertas di mana mereka



mengalami perubahan fisik maupun mental sehingga butuh suatu sarana untuk mengekspresikan diri. Kreativitas ekspresif diri memiliki peran penting dalam membangun identitas dan memperkuat rasa percaya diri serta kemampuan pengaturan emosi pada remaja (Syifa et al., 2024). Remaja yang mampu mengekspresikan dirinya secara kreatif menunjukkan pemahaman yang lebih baik tentang dirinya sendiri dan hubungan sosialnya, sehingga mendorong perkembangan positif dalam masa pubertas (Basterretxea & Cosculluela, 2023). Masa remaja adalah saat identitas diri terbentuk melalui interaksi sosial dan eksplorasi personal (Simamora et al., 2025). Interaksi sosial dan kemampuan emosional, termasuk kemampuan mengekspresikan kebutuhan, perasaan, dan nilai diri sendiri, sangat penting untuk proses tersebut. Remaja dengan keterampilan ini lebih mampu memahami siapa mereka dan membuat pilihan yang sejalan dengan identitasnya (Mohammed & Ozdamli, 2024). Berbagai macam cara untuk mengekspresikan diri adalah melalui seni lukis (Prameswari et al., 2025), monolog (Koebanu & Mubarak, 2025), bahasa verbal (Sutrisno et al., 2024), maupun secara digital (Abdullah & Sonni, 2025). Hal ini berperan penting dalam pembentukan identitas, peningkatan harga diri, kesehatan emosional, dan hubungan sosial mereka (Wahyuni, 2025). Menjadi ekspresif tidak hanya meningkatkan kesejahteraan psikologis, tetapi juga membantu remaja memahami diri mereka dan menemukan suara pribadi mereka di tengah dinamika sosial remaja.

Di era transformasi digital yang semakin cepat, pelatihan keterampilan tambahan menjadi kebutuhan mendesak bagi semua kelompok usia, terutama generasi muda yaitu siswa sekolah (Ratri & Aviyanti, 2025). Namun fenomena yang ditemukan di lapangan menunjukkan bahwa banyak institusi pendidikan, khususnya sekolah berbasis agama, masih mengalami kendala dalam mengintegrasikan perangkat keras cerdas ini ke dalam kurikulum. Seringkali, pemahaman siswa hanya sebatas pada teori dasar komputer tanpa menyentuh aspek mikrokontroler, yang sebenarnya merupakan otak di balik setiap sistem otomatis. Keterbatasan akses terhadap modul praktikum dan kurangnya tenaga ahli menyebabkan teknologi mikrokontroler masih dianggap sebagai subjek yang rumit dan eksklusif. Tanpa penguasaan mikrokontroler, siswa hanya akan menjadi pengguna aplikasi (*user*) tanpa memahami logika perangkat keras yang menggerakkan ekosistem Industri 4.0. Urgensi dari sisi akademik menjadi sangat penting karena penguasaan mikrokontroler merupakan perwujudan dari implementasi kurikulum berfungsi untuk menjembatani teori fisika elektronika dengan aplikasi praktis dan mengasah kemampuan *computational thinking* dalam memecahkan masalah melalui algoritma. Salah satu bentuk pelatihan keterampilan yang sangat populer saat ini adalah pelatihan pemrograman robotika (Arifin & Nugroho, 2025). Robotik merupakan bidang ilmu dan teknologi yang mempelajari, merancang, mengembangkan, serta menerapkan robot sebagai sistem otomatis yang mampu melakukan tugas tertentu secara terkendali (Herath & St-Onge Eds, 2022). Robotik mencakup komponen mekanik, elektronik, sensor, aktuator, serta perangkat lunak yang memungkinkan robot melakukan fungsi-

fungsi tersebut (Febriantika et al., 2025). Pemrograman mikrokontroler adalah langkah penting dalam membuat robot bekerja karena mikrokontroler berfungsi sebagai otak robot. Mikrokontroler berfungsi menghubungkan sensor input dan aktuator output dalam loop kontrol sehingga robot dapat merespons lingkungan secara real-time (Subiyakto, 2024). Simulator Tinkercad merupakan alat pembelajaran berbasis simulasi yang efektif untuk pendidikan elektronika dan mikrokontroler karena dapat menggantikan kebutuhan perangkat fisik sementara tetap memberikan pengalaman belajar praktis (Nurhanafi et al., 2025). Platform ini memperkuat pemahaman konsep dasar, meningkatkan keterampilan teknis, dan meningkatkan motivasi siswa melalui pendekatan interaktif dan umpan balik langsung berbasis simulasi virtual (Riskawati et al., 2024).

MAN 2 Kota Semarang di bawah naungan Kementerian Agama berhasil meraih predikat unggul pada tahun 2024. Berlokasi di Kota Semarang, madrasah ini fokus pada pembentukan generasi unggul, Islami, dan berprestasi, serta memiliki fasilitas boarding/asrama. MAN 2 Kota Semarang juga aktif dalam kegiatan keagamaan dan sosial. Untuk meningkatkan kompetensi para siswa terutama dibidang teknologi maka diselenggarakanlah pelatihan pemrograman mikrokontroler dan robotika.

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali dengan tahap observasi dan analisis situasi melalui koordinasi intensif dengan pemangku kepentingan di MAN 2 Kota Semarang. Proses identifikasi awal dilakukan bersama Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum yaitu Ahmad Riyanto, SAg, MPdI untuk memetakan kebutuhan siswa, yang kemudian ditindaklanjuti dengan diskusi teknis bersama guru mata pelajaran Informatika guna menyelaraskan materi pelatihan dengan keterbatasan fasilitas sekolah yang belum memiliki kurikulum mikrokontroler. Alur pelaksanaan kemudian disusun secara sistematis melalui strategi demonstrasi interaktif, di mana tim pengabdian menghadirkan berbagai instrumen peraga teknologi, mulai dari *Line Follower Robot*, robot beroda, hingga robot berkaki (*hexapod*), sebagai stimulan visual untuk menarik atensi dan rasa ingin tahu siswa. Penggunaan media pendukung berupa video dokumentasi kompetensi robotika dan paparan capaian prestasi tim pengabdian juga diintegrasikan pada tahap awal guna membangun motivasi intrinsik serta memberikan gambaran nyata mengenai prospek teknologi otomatisasi di masa depan.

Selanjutnya, proses pengabdian dilaksanakan melalui tahapan pelatihan berbasis proyek (Project-Based Learning) yang terbagi ke dalam tiga fase utama: persiapan, inti, dan evaluasi. Pada fase persiapan, siswa diperkenalkan dengan arsitektur perangkat keras melalui modul *Arduino Uno* dan *Arduino Mega*, serta logika dasar sensor dan aktuator menggunakan peraga sistem lampu lalu lintas (*traffic light system*). Masuk pada fase inti, pengabdian dilakukan dengan metode *hand-on experience*, di mana siswa dibimbing secara langsung untuk melakukan pengodean (*coding*) pada IDE Arduino, melakukan unggah data ke mikrokontroler, serta

melakukan *troubleshooting* sederhana pada rangkaian elektronik. Tahap akhir pengabdian ditutup dengan evaluasi performa, di mana siswa diminta mendemonstrasikan hasil pemrograman mereka pada unit robot peraga untuk menguji fungsionalitas sistem. Melalui tahapan yang terstruktur ini, diharapkan terjadi transfer pengetahuan yang aplikatif, sehingga siswa tidak hanya memahami teori secara abstrak, tetapi juga mampu mengimplementasikan teknologi mikrokontroler secara inovatif.

HASIL KEGIATAN

Hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini menunjukkan keberhasilan yang signifikan yang diukur melalui tiga tahapan utama sesuai dengan alur pelaksanaan yang telah ditetapkan:

Pertama, pada tahap pemetaan dan pengenalan dasar, transformasi pemahaman siswa terlihat sangat kontras; dari kondisi awal di mana mayoritas peserta belum mengenal teknologi mikrokontroler, menjadi paham akan fungsi penting sensor, aktuator, dan unit pengendali sebagai elemen pembentuk sistem robotika. Penyampaian materi secara kontekstual berhasil mengubah persepsi siswa terhadap teknologi yang sebelumnya dianggap rumit menjadi lebih sederhana dan dapat diimplementasikan. Gambar 1 memperlihatkan siswa-siswa memperhatikan penjelasan materi robotika dan pemrograman mikrokontroler yang diberikan oleh pemateri.



Gambar 1. Siswa-siswa MAN 2 Kota Semarang memperhatikan penjelasan materi

Kedua, pada tahap implementasi praktikum, penggunaan kit robotika dan simulator digital memberikan hasil nyata berupa peningkatan keterampilan teknis (*hard skills*) siswa. Siswa dilatih menulis program dasar untuk mengendalikan LED, membaca input sensor, serta mengontrol motor menggunakan mikrokontroler. Penggunaan modul robot beroda yang diprogram sederhana diperlihatkan pada Gambar 2. Penggunaan simulator memungkinkan siswa melakukan uji coba tanpa

khawatir merusak perangkat, sekaligus memahami proses debugging dan logika pemrograman secara bertahap. Siswa berhasil memvisualisasikan logika program sebelum diunggah ke perangkat keras, yang secara efektif meminimalisir kesalahan perakitan. Hal ini dibuktikan dengan kemampuan siswa dalam mengoperasikan unit *Arduino Uno* dan menjalankan skenario pemrograman dasar secara mandiri. Pendekatan pembelajaran berbasis praktek ini terbukti meningkatkan keterlibatan siswa karena mereka dapat melihat hasil program secara langsung dalam bentuk gerakan robot atau respons komponen elektronik. Diskusi dan pendampingan intensif juga membantu siswa yang awalnya tidak memiliki latar belakang teknis untuk memahami konsep logika pemrograman seperti percabangan dan perulangan.



Gambar 2. Modul robot beroda digunakan untuk praktik pemrograman mikrokontroler

Ketiga, secara keseluruhan, integrasi antara teori dan praktik melalui metode *Project-Based Learning* ini menghasilkan peningkatan kepercayaan diri dan kreativitas siswa. Hasil akhirnya tidak hanya berupa penguasaan teknis terhadap platform *Arduino*, namun juga tumbuhnya kemampuan *problem solving* yang sistematis saat siswa melakukan *troubleshooting* pada proyek robotika sederhana yang mereka bangun. Dengan demikian, kegiatan ini berhasil mencapai target peningkatan literasi digital dan kesiapan teknologi bagi siswa MAN 2 Kota Semarang dalam menghadapi era Industri 4.0.

Hasil pelatihan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan siswa. Indikator keberhasilan meliputi: (1) meningkatnya pemahaman terkait konsep dasar robotika dan mikrokontroler, (2) kemampuan siswa merakit rangkaian sederhana secara mandiri, (3) keberhasilan siswa membuat program yang mampu mengendalikan sensor dan aktuator dengan benar, (4) meningkatnya kepercayaan diri serta minat siswa terhadap bidang teknologi, dan (5) kemampuan menggunakan simulator untuk melakukan pengujian dan perbaikan program. Secara keseluruhan, pelatihan ini tidak hanya memberikan

pengetahuan teoritis, tetapi juga pengalaman praktis yang membangun fondasi keterampilan teknologi bagi siswa. Gambar 3 memperlihatkan siswa MAN 2 kota Semarang yang sangat antusias mengikuti pelatihan ini, hal ini tampak adanya diskusi interaktif antara siswa dengan pemateri.



Gambar 3. Pendampingan dan diskusi interaktif antar siswa dengan pemateri.

Berdasarkan pelaksanaan materi dan praktik tersebut, manfaat dan dampak dari pelatihan ini dapat diidentifikasi secara komprehensif, yakni tidak hanya meningkatkan kompetensi teknis (*hard skills*) siswa dalam menguasai logika pemrograman dan perakitan perangkat keras mikrokontroler, tetapi juga secara signifikan memperkuat kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*problem solving*) melalui proses simulasi serta *troubleshooting* robotika. Dampak jangka panjangnya terlihat pada transformasi pola pikir siswa dari sekadar konsumen teknologi menjadi inovator yang percaya diri, serta terciptanya penguatan literasi digital di lingkungan MAN 2 Kota Semarang yang mampu menjembatani kesenjangan kompetensi antara institusi pendidikan berbasis agama dengan tuntutan standar industri 4.0. Selain itu, secara akademis, kegiatan ini memberikan dorongan motivasi yang kuat bagi siswa untuk melanjutkan studi di bidang rekayasa sistem dan teknik elektro melalui fondasi praktis yang telah mereka bangun.

Evaluasi kegiatan dilakukan secara menyeluruh untuk mengukur efektivitas pendampingan melalui dua instrumen utama, yaitu uji kompetensi fungsional dan kuesioner dampak. Evaluasi fungsional dilakukan dengan menguji ketepatan logika program pada robot yang dirakit siswa, sedangkan kuesioner digunakan untuk mengukur peningkatan minat serta kepercayaan diri peserta pasca-pelatihan. Sebagai langkah tindak lanjut, pengabdian ini direncanakan akan dikembangkan menjadi program rintisan ekstrakurikuler robotika di MAN 2 Kota Semarang yang lebih terstruktur. Pengabdian lanjutan akan difokuskan pada materi yang lebih kompleks, seperti integrasi *Internet of Things* (IoT) pada sistem robotika dan persiapan tim sekolah untuk berpartisipasi dalam kompetisi robotik tingkat nasional. Selain itu, akan

dilakukan pendampingan khusus bagi guru informatika dalam penyusunan modul ajar mandiri agar literasi mikrokontroler di sekolah ini tetap berkelanjutan tanpa ketergantungan penuh pada tim pengabdian eksternal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai sekolah yang berbasis agama, maka siswa MAN 2 kota Semarang perlu dibekali dengan materi teknologi. Walaupun sudah ada mata pelajaran komputer, akan tetapi siswa juga memerlukan pelatihan dari pihak luar sekolah agar dapat mendapatkan pengalaman dan keterampilan yang lebih baik. Salah satu kegiatan yang dapat meningkatkan keterampilan teknologi adalah dengan diadakannya pengabdian masyarakat berupa pelatihan pemrograman robotika dan mikrokontroler. Dengan kemampuan dasar dan dengan bahan-bahan serta komponen elektronika yang sederhana (tidak harus mahal) dapat dibuat sebuah robot pembelajaran dan robot yang dapat digunakan untuk kompetisi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan kemampuan teknis, pemahaman konsep, dan kepercayaan diri dalam mengembangkan proyek berbasis robotika dan mikrokontroler secara lebih sistematis dan inovatif.

Sebagai tindak lanjut, disarankan adanya pendampingan intensif untuk membentuk komunitas robotika sekolah yang berfokus pada persiapan kompetisi dan pengabdian berikutnya menyertakan materi integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) guna memperluas fungsionalitas robot dalam kehidupan sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) dan Madrasah Aliyah Negeri 2 kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N. M., & Sonni, A. F. (2025). Konstruksi Komunikasi Diri dan Identitas Digital Remaja di TikTok: Pendekatan Fenomenologis dalam Budaya Partisipatif. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Multidisiplin*, 9(11), 57–68.
- Arifin, B., & Nugroho, A. A. (2025). Pelatihan Pemrograman Mikrokontroler bagi Siswa Madrasah. *I-Com : Indonesian Community Journal*, 5(2), 887–893.
- Basterretxea, J. J., & Cosculluela, C. L. (2023). Influence of Psychological Variables in Adolescence : The Mediating Role of Self-Esteem in the Relationship between Self-Efficacy and Satisfaction with Life in Senior High. *Social Sciences Journal*.
- Febriantika, N., Utami, I. W. P., & Danawati, M. G. (2025). Robotika Sebagai Pilar Pengembangan Sikap Siswa pada Era Digital di SD Muhammadiyah 9 Malang. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar*, 10, 228–241.
- Herath, D., & St-Onge Eds, D. (2022). Foundations of Robotics A Multidisciplinary Approach with Python and ROS. In *Springer*.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-1983-1_1

- Koebanu, S., & Mubarak, Y. (2025). Meningkatkan Ekspresi Diri dengan Monolog di SMA Muhammadiyah 8 Ciputat. *Jurnal Solma*, 14(3), 5319–5333.
- Mohammed, F. S., & Ozdamli, F. (2024). A Systematic Literature Review of Soft Skills in Information Technology Education. *Behavioal Science Journal*, 14.
- Nurhanafi, K., Zarkasi, A., Putri, E. R., Rayzy, D., Sutaji, P., & Ummah, A. R. (2025). Pelatihan Software Simulasi Elektronika Tinkercad untuk Guru Fisika SMA Kota Samarinda dan Sekitarnya. *Mitra Mahajana*, 6(1), 48–54.
- Prameswari, S. A., Utami, R. D., & Harahap, R. N. (2025). Melukis Perasaan , Merangkai Harapan : Ekspresi Diri Anak Panti Asuhan Melalui Seni. *Jurnal PEMA*, 5(2), 338–343.
- Ratri, S. Y., & Aviyanti, L. (2025). Unlocking Digital Literacy in Indonesia : Insights from the Use of Social Media Platforms. *Jurnal Orima Edukasia*, 13(1), 191–200.
- Riskawati, Said, S., & Herman, N. M. (2024). Efektivitas Simulasi Pola LED Menggunakan Tinkercad : Media Pembelajaran Inovatif pada Elektronika Dasar. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 14(3), 524–531.
- Simamora, S. C., Saputri, Y., Purba, C., & E-mail, C. A. (2025). Perkembangan Kepribadian Pada Remaja : Membangun Identitas. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 2(April), 251–259.
- Subiyakto, S. H. (2024). Integrasi Sensor dan Aktuator dalam Pengembangan Robot. *Jurnal Ijtihad*, 1(2).
https://oj.mjukn.org/index.php/jij/article/view/85/0?utm_source=chatgpt.com
- Sutrisno, I., Sumiati, A., & Nurmayanti, E. (2024). Analisis Kepantasan Ujaran Siswa SMP sebagai Bentuk Ekspresi Diri pada Remaja. *Jupensal*, 1(3), 513–525.
- Syifa, N., Salma, N., & Hasaniyah, N. (2024). Bentuk-Bentuk Kreativitas : " Meningkatkan Kesejahteraan Mental Remaja Melalui Ekspresi Seni ". *Gayatri: Jurnal Pengabdian Seni Dan Budaya*, 2(1), 24–27.
- Wahyuni, S. (2025). Perkembangan Psikososial Anak Usia Sekolah dan Implikasinya terhadap Kesehatan Mental: Tinjauan Teori Erikson dan Tantangan Kontemporer. *Jurnal Psikologi Jambi*, 10(02), 85–114.