

Pelatihan Robotika Tempat Sampah Pintar dan Miniatur Selektor Otomatis untuk Guru Elektronika SMP BPK PENABUR

Kevin Sutanto*, Marvin Yonathan Hadiyanto, Johansah Liman, Eddy Wijanto, Ivan Tanra, Indra Karnadi, Richie Estrada, Budi Harsono
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
Jl. Tanjung Duren Raya No. 4, Jakarta Barat
Email: kevin.sutanto@ukrida.ac.id

Received 29 January 2026; Revised 24 February 2026; Accepted for Publication 27 February 2026; Published 30 May 2026

Abstract - The advancement of robotics technology enables project based instructional media to be integrated into secondary education to enhance technological literacy and problem-solving skills among students. This community engagement program aimed to enhance the competencies of electronics subject teachers at SMP BPK PENABUR Jakarta through training on the design and implementation of basic Arduino based robotic systems. The training was conducted onsite using a hands-on approach and featured two applied projects: an ultrasonic based smart trash bin and a conveyor based automatic object selector. Participants gained practical experience in sensor introduction, simple block programming, and system functionality testing. Evaluation results indicated that the training was positively received and considered relevant to the school's instructional needs in integrating technology into learning modules. This program contributed to improving teachers' readiness to implement applied robotics learning and to strengthening STEM literacy foundations at the secondary education level.

Keywords — robotics technology, Arduino, smart trash bin, automatic object selector, block programming

Abstrak — Perkembangan teknologi robotika membuka peluang penggunaan media pembelajaran berbasis proyek di tingkat sekolah menengah untuk meningkatkan literasi teknologi dan keterampilan pemecahan masalah. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memperkuat kapasitas guru muatan lokal elektronika SMP BPK PENABUR Jakarta melalui pelatihan perancangan sistem robotika sederhana berbasis Arduino. Pelatihan dilaksanakan secara luring melalui pendekatan *hands-on* dengan dua proyek terapan, yaitu perancangan tempat sampah pintar berbasis sensor ultrasonik dan miniatur selektor otomatis berbasis konveyor. Peserta memperoleh pengalaman langsung dalam pengenalan sensor, pemrograman sederhana melalui *block coding*, hingga uji fungsi sistem. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan mendapatkan respons positif dari peserta dan dinilai relevan dengan kebutuhan sekolah dalam penyusunan modul pembelajaran berbasis teknologi. Kegiatan pelatihan ini berkontribusi pada peningkatan kesiapan guru dalam menerapkan pembelajaran robotika yang aplikatif serta memperkuat fondasi literasi STEM di tingkat sekolah.

Kata Kunci — teknologi robotika, Arduino, tempat sampah pintar, miniatur selector otomatis, block coding

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika pada beberapa dekade terakhir menunjukkan peningkatan yang signifikan baik pada aspek riset maupun penerapannya di berbagai sektor industri, pendidikan, dan kehidupan sehari-hari[1],[2]. Banyak penelitian mengidentifikasi robotika sebagai bidang strategis yang akan menjadi bagian penting dari masyarakat

modern pada masa depan[3]. Dalam konteks pendidikan, pengenalan konsep robotika sejak dini dinilai mampu meningkatkan literasi teknologi sekaligus memupuk ketertarikan siswa terhadap bidang rekayasa dan sains. Beberapa program edukatif yang berfokus pada robotika terbukti mampu meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran teknologi serta memberikan pengalaman dalam problem solving berbasis perangkat keras dan perangkat lunak[4],[5].

SMP BPK PENABUR Jakarta merupakan salah satu institusi pendidikan yang telah mengadaptasi kebutuhan tersebut melalui penerapan muatan lokal elektronika dan robotika pada kurikulumnya. Muatan lokal ini mencakup pengenalan komponen, prinsip kerja rangkaian, dan aplikasi dasar perangkat elektronika yang menjadi fondasi pembelajaran robotika. Namun hasil diskusi dengan pihak sekolah menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan peningkatan kapasitas guru dalam merancang modul pembelajaran robotika yang lebih aplikatif dan sesuai perkembangan teknologi terkini. Para guru mengemukakan kebutuhan dukungan berupa materi, contoh proyek implementatif, serta pelatihan teknis untuk memperkuat kompetensi pedagogik maupun teknis dalam menyampaikan topik robotika kepada siswa.

Program pengabdian ini disusun untuk menjawab tantangan tersebut melalui pelatihan robotika dengan pendekatan *hands-on* berbasis proyek[6]. Materi pelatihan difokuskan pada dua topik terapan yaitu perancangan tempat sampah pintar berbasis sensor ultrasonik dan miniatur selektor otomatis pada sistem konveyor[7]–[9]. Kedua topik dipilih karena mewakili aplikasi sistem robotika sederhana namun relevan dengan dunia industri modern, khususnya pada bidang otomasi dan pengendalian berbasis sensor. Selain itu, proyek ini menggunakan *platform* Arduino dan metode *block coding* melalui aplikasi PictoBlox yang dinilai lebih cocok bagi siswa SMP sehingga dapat meminimalkan hambatan teknis dalam tahap pemrograman[10],[11].

Pelatihan dilaksanakan secara luring dan dirancang untuk memberikan transfer pengetahuan konseptual serta pengalaman praktik langsung melalui perakitan sistem, pengujian sensor, hingga proses pemrograman mikrokontroler. Pelatihan ini juga bertujuan untuk memperkuat kemampuan guru dalam menyusun modul pembelajaran robotika yang dapat diterapkan kembali pada mata pelajaran muatan lokal di tingkat sekolah[12],[13]. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berfungsi sebagai peningkatan kapasitas guru, tetapi juga sebagai upaya memperkuat infrastruktur literasi teknologi di lingkungan SMP BPK PENABUR Jakarta.

II. METODE PENGABDIAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui skema pelatihan berbasis praktik langsung (*hands-on*) yang berfokus pada penerapan konsep robotika di lingkungan sekolah menengah. Pelatihan dirancang untuk memberikan pengalaman perancangan sistem robotika sederhana menggunakan sensor, aktuator, serta mikrokontroler berbasis Arduino yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran muatan lokal robotika di SMP BPK PENABUR Jakarta. Mekanisme pelaksanaan pengabdian dijelaskan melalui tahapan berikut.

A. Bentuk Kegiatan

Bentuk kegiatan pengabdian berupa pelatihan robotika bagi guru muatan lokal elektronika di SMP BPK PENABUR Jakarta. Materi pelatihan mencakup dua topik aplikatif, yaitu: perancangan tempat sampah pintar berbasis sensor ultrasonik, dan miniatur selektor otomatis pada sistem konveyor berbasis sensor infrared. Kedua topik tersebut dipilih karena mewakili sistem otomasi sederhana yang banyak dijumpai pada industri manufaktur dan fasilitas umum.

Pelatihan dilaksanakan secara luring di Ruang A7DIS1 Kampus I Universitas Kristen Krida Wacana (UKRIDA) pada hari Senin, 14 April 2025 pukul 10.00–15.00 WIB. Peserta kegiatan terdiri dari 16 guru SMP BPK PENABUR Jakarta yang terlibat sebagai peserta aktif pelatihan dan mitra kegiatan berperan dalam penyediaan kebutuhan informasi terkait kondisi pembelajaran robotika di sekolah. Tim pengabdian dari Program Studi Teknik Elektro UKRIDA berperan sebagai fasilitator, narasumber, dan penyusun modul pembelajaran robotika.

B. Sesi 1: Perancangan Tempat Sampah Pintar

Pada sesi pertama peserta pelatihan diberikan sebuah kit untuk perancangan tempat sampah otomatis berbasis sensor ultrasonik. Kit ini terdiri dari 1 unit Arduino Uno, 1 unit sensor ultrasonik HC-SR04, 1 unit motor servo SG90, beberapa kabel *jumper*, komponen mekanik penopang sensor dan lengan tutup, catu daya, serta rangka tong sampah yang telah dimodifikasi sebagai media perakitan sistem seperti yang terlihat pada Gambar 1. Komposisi kit tersebut dipilih agar peserta dapat mempelajari alur kerja sistem otomasi sederhana yang melibatkan proses pendeteksian jarak dan aktuasi mekanis melalui servo.

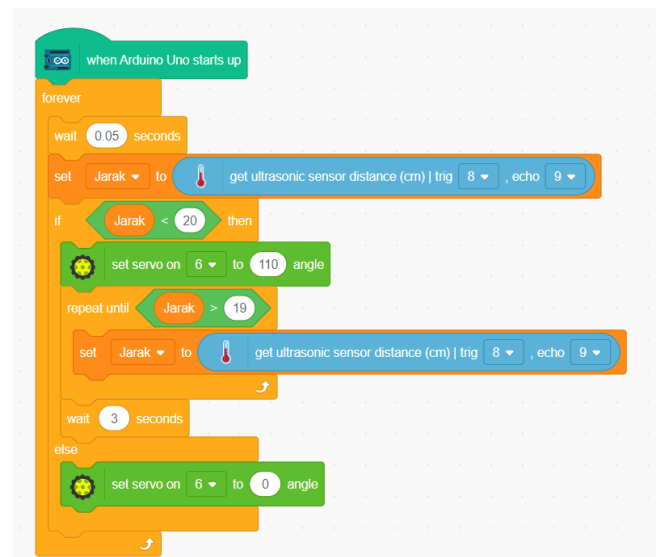


Gambar 1. Kit Tempat Sampah Pintar

Pada awal sesi, fasilitator memberikan pengenalan mengenai Arduino sebagai mikrokontroler serta prinsip kerja sensor ultrasonik dalam mengukur jarak berdasarkan propagasi gelombang ultrasonik. Penjelasan tersebut didukung melalui diagram kerja sensor pada materi pelatihan yang memperlihatkan hubungan antara pulsa *trigger*, refleksi gelombang, dan konversi waktu tempuh menjadi jarak. Peserta kemudian diperlihatkan cara sambungan antara sensor dengan Arduino, termasuk penggunaan *pin trig* dan *echo* sebagai sinyal kontrol dan pembacaan[14].

Setelah pemaparan awal, peserta diberikan kesempatan untuk merakit sistem pembacaan jarak sesuai skematik yang telah disiapkan. Tahap ini diikuti dengan demonstrasi pemrograman berbasis blok menggunakan aplikasi PictoBlox untuk menampilkan nilai jarak pada serial monitor Arduino. Melalui pendekatan ini peserta dapat memahami keterkaitan antara data sensor dan respons sistem tanpa terkendala kompleksitas sintaks pemrograman.

Tahap berikutnya adalah integrasi sensor dengan aktuator berupa motor servo yang berfungsi membuka dan menutup tutup tong sampah secara otomatis seperti yang terlihat pada Gambar 1. Peserta merakit mekanisme engsel servo pada rangka tong dan memprogram servo untuk bergerak pada sudut tertentu ketika jarak objek berada dalam rentang yang ditentukan. Pada tahap ini dilakukan pula uji fungsi sistem keseluruhan sesuai dengan pemrograman yang di tunjukkan pada Gambar 2 dan mensimulasikan tangan sebagai objek untuk memicu sensor. Aktivitas ini menghasilkan respons servo yang membuka tutup tong ketika tangan berada pada jarak tertentu dan kembali menutup setelah objek menjauh.



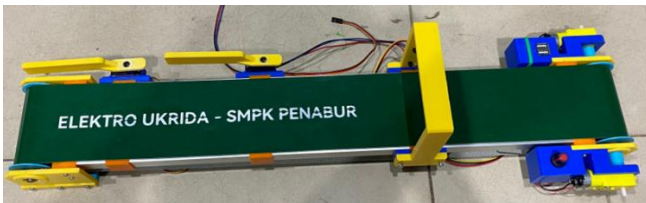
Gambar 2. Pemrograman Tempat Sampah Pintar

Secara keseluruhan sesi ini memberikan pengalaman langsung kepada peserta dalam merancang sistem otomasi sederhana yang menggabungkan sensor, aktuator, mikrokontroler, dan mekanisme kontrol berbasis logika algoritmis. Melalui pendekatan praktik langsung, peserta

tidak hanya memahami fungsi komponen secara terpisah, tetapi juga bagaimana komponen tersebut berinteraksi untuk menghasilkan sistem yang dapat bekerja secara otonom.

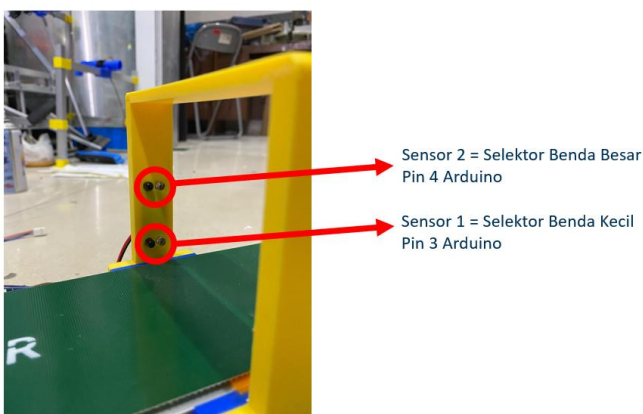
C. Sesi 2: Perancangan Miniatur Selektor Otomatis

Pada sesi kedua peserta mempelajari perancangan miniatur selektor otomatis pada sistem konveyor yang menggunakan sensor infrared sebagai pendeteksi objek. Kit yang diberikan kepada peserta terdiri dari 1 unit mikrokontroler Arduino Uno, 2 unit sensor infrared digital, 2 unit motor servo SG90 sebagai aktuator selektor, rangka konveyor yang telah dilengkapi sabuk berjalan, komponen penopang sensor dan aktuator, kabel jumper, serta sumber catu daya untuk sistem seperti yang terlihat pada Gambar 3. Komposisi perangkat tersebut dirancang untuk memberikan gambaran sederhana mengenai proses otomasi pemilahan objek yang banyak diterapkan pada industri manufaktur modern.



Gambar 3. Kit Miniatur Selektor Otomatis

Pada awal sesi fasilitator memaparkan prinsip kerja sensor infrared yang memanfaatkan pantulan cahaya infrared dari permukaan objek. Materi pelatihan memperlihatkan diagram mekanisme kerja sensor yang menunjukkan posisi pemancar (IR transmitter) dan penerima (IR receiver) serta alur pantulan cahaya dari objek[15]. Fasilitator kemudian menjelaskan konfigurasi penggunaan dua sensor pada modul konveyor yaitu sensor pertama untuk mendeteksi objek berukuran kecil dan sensor kedua untuk mendeteksi objek berukuran besar seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi Peletakan Sensor Infrared

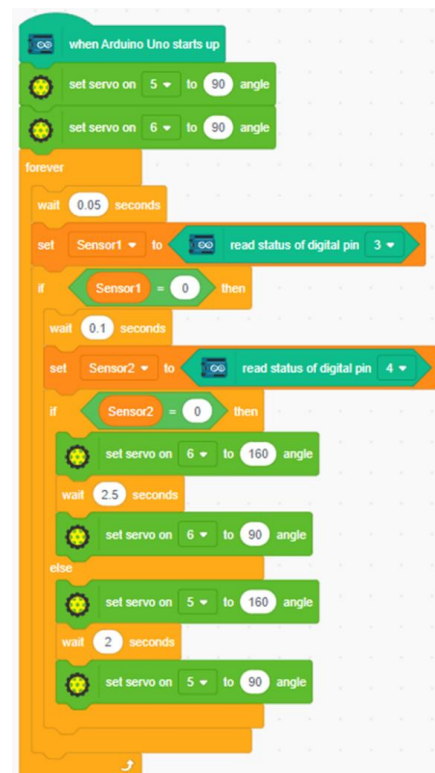
Setelah pemaparan awal, peserta diminta menghubungkan sensor infrared dengan Arduino sesuai skematik pada modul pelatihan. Pada tahap ini peserta melakukan pengujian pembacaan sinyal digital dari sensor menggunakan platform PictoBlox untuk memastikan

perubahan status sensor dapat ditampilkan pada serial monitor secara real-time. Aktivitas ini bertujuan untuk menanamkan pemahaman mengenai proses deteksi objek sebelum sistem meneruskan informasi tersebut kepada aktuator.



Gambar 5. Posisi Peletakan Motor Servo SG-90

Tahap berikutnya adalah pemasangan dan pengaturan aktuator berupa dua motor servo yang berfungsi sebagai lengan selektor seperti yang terlihat pada Gambar 5. Motor servo pertama bertugas mengalihkan objek berukuran kecil, sedangkan motor servo kedua mengalihkan objek berukuran lebih besar pada titik pemilahan. Peserta memprogram motor servo untuk bergerak pada sudut tertentu ketika sensor yang bersesuaian mendeteksi keberadaan objek di atas konveyor. Diagram logika pemrograman ditampilkan dalam materi pelatihan seperti yang terlihat pada Gambar 6 dengan struktur kondisional if-else untuk mengatur proses pemilahan objek berdasarkan status sensor.



Gambar 6. Pemrograman Miniatur Selektor Otomatis

Untuk memastikan sistem berjalan secara terkoordinasi, peserta diminta melakukan demonstrasi pemilahan dengan meletakkan objek berbeda ukuran pada sabuk konveyor. Sistem kemudian bekerja dengan mendeteksi objek, mengirimkan sinyal digital ke mikrokontroler, dan menggerakkan motor servo untuk mengalihkan objek pada jalur yang sesuai. Selama proses ini peserta terlibat dalam *troubleshooting* terkait sensitivitas sensor, posisi pemasangan, serta kecepatan reaksi aktuator terhadap objek yang bergerak di atas konveyor.

Kit robotika yang digunakan dalam pelatihan ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kit edukasi Arduino konvensional. Pertama, sistem dirancang berbasis simulasi otomasi industri sederhana. Kedua, penggunaan dua sensor infrared dan dua aktuator servo pada sistem selektor memungkinkan implementasi logika percabangan bertingkat (*multi-conditional logic*), yang melatih kemampuan berpikir algoritmis peserta. Ketiga, desain kit bersifat modular sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan penambahan sensor warna, sistem penghitung objek, maupun integrasi IoT untuk monitoring jarak jauh. Karakteristik ini menjadikan kit tidak bersifat satu arah (*fixed output*), tetapi sebagai platform terbuka yang mendorong kreasi dan inovasi lanjutan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal pelatihan peserta terlihat antusias mengikuti penjelasan awal mengenai konsep robotika serta mekanisme penggunaan mikrokontroler Arduino. Walaupun sebagian guru belum memiliki pengalaman langsung dalam pemrograman maupun perakitan perangkat berbasis sensor, proses belajar berlangsung aktif karena peserta segera dapat mengaitkan materi dengan kebutuhan pengajaran muatan lokal elektronika di sekolah.



Gambar 7. Kegiatan Pelatihan Tempat Sampah Pintar

Dinamika pembelajaran semakin terlihat ketika peserta mulai masuk pada tahap eksplorasi sistem robotika. Pada sesi tempat sampah pintar, peserta mulai memvariasikan sudut gerak servo dan jarak deteksi sensor untuk mencari respons sistem yang paling stabil. Pada Gambar 7, peserta terlibat dalam praktik langsung perancangan tempat sampah

pintar dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik dan motor servo.



Gambar 8. Kegiatan Pelatihan Miniatur Selektor Otomatis



Gambar 9. Foto Bersama Kegiatan Pelatihan Robotika

Beberapa peserta juga berdiskusi mengenai kemungkinan modifikasi mekanis untuk diaplikasikan pada konteks pembelajaran di sekolah. Aktivitas eksperimen ini memberikan pengalaman baru karena peserta tidak hanya memahami konsep sensor dan aktuator secara teoritis, tetapi juga melihat secara langsung pengaruh parameter teknis terhadap performa sistem. Pendekatan pembelajaran berbasis praktik (*hands-on*) dalam kegiatan STEM terbukti memberikan efek yang lebih signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa[16].

Pada sesi miniatur selektor otomatis, tingkat kesulitan meningkat karena peserta harus menyesuaikan sensitivitas pembacaan sensor infrared serta waktu reaksi aktuator servo terhadap objek yang bergerak pada sabuk konveyor. Tantangan ini memunculkan diskusi mengenai bagaimana sistem otomasi sederhana dapat dijadikan media belajar tentang dunia industri. Gambar 8 memperlihatkan implementasi sensor infrared dan motor servo pada miniatur sistem selektor otomatis yang menjadi fokus sesi kedua. Beberapa peserta mengemukakan bahwa proyek seperti ini dapat menjadi pintu masuk untuk memperkenalkan konsep

otomasi manufaktur pada siswa tingkat SMP dengan pendekatan yang lebih kontekstual.

Selain keterlibatan dalam praktik, peserta juga menunjukkan kecenderungan untuk mengaitkan kegiatan pelatihan dengan penyusunan modul pembelajaran. Hal ini muncul dari pertanyaan yang lebih pedagogis seperti cara menyederhanakan penjelasan sensor ultrasonik untuk siswa, bagaimana cara menilai hasil proyek siswa, serta bagaimana mengelola waktu agar tetap efektif dalam alokasi jam pelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya berdampak pada peningkatan literasi teknis peserta, tetapi juga pada perspektif pengajaran dan rancangan kegiatan belajar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa program pengembangan profesional berkelanjutan mampu meningkatkan kemampuan guru dalam menciptakan media pembelajaran digital, mengintegrasikan teknologi dalam praktik pembelajaran, serta mendorong inovasi dalam perancangan kegiatan belajar yang lebih kolaboratif dan reflektif [17].

Pelatihan ditutup dengan sesi dokumentasi bersama antara peserta dan tim Teknik Elektro UKRIDA seperti yang terlihat pada Gambar 9. Setelah itu, peserta diminta mengisi survei evaluasi melalui kode QR yang diarahkan ke *Google Form*. Survei tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai respons peserta terhadap pelatihan. Aspek yang dinilai mencakup kepuasan umum, relevansi materi, tingkat pemahaman, kecukupan alokasi waktu, kualitas penyampaian narasumber, dukungan fasilitator, serta ketertarikan peserta untuk menerapkan materi di sekolah dan mengikuti pelatihan lanjutan. Setiap komponen dinilai menggunakan skala 1 sampai 5. Rangkuman hasil penilaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Survei Kegiatan Pelatihan Robotika

No.	Penilaian	Skor
1	Kepuasan terhadap pelatihan	4.67
2	Kesesuaian materi	4.50
3	Pemahaman terhadap materi	4.63
4	Kesesuaian durasi pelatihan	4.62
5	Kepuasan terhadap narasumber	4.67
6	Kepuasan terhadap fasilitator	4.58
7	Ketertarikan menerapkan materi pelatihan ke dalam pembelajaran di sekolah	4.58
8	Ketertarikan mengikuti pelatihan lanjutan	4.58

Berdasarkan hasil kuesioner, terdapat beberapa poin penting yang dapat disoroti:

- Kepuasan terhadap pelatihan dan narasumber memperoleh skor tertinggi yaitu 4.67. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disampaikan serta cara penyampaian dari narasumber dianggap sangat

memuaskan oleh peserta. Peserta merasa bahwa pelatihan ini relevan, bermanfaat, dan disampaikan secara jelas.

- Pemahaman terhadap materi juga memperoleh skor tinggi yaitu 4.63, yang mencerminkan bahwa mayoritas peserta dapat memahami isi pelatihan dengan baik. Ini menunjukkan bahwa metode penyampaian materi, termasuk penggunaan pendekatan *block coding*, efektif dalam memfasilitasi proses belajar.
- Kesesuaian durasi pelatihan mendapatkan skor 4.62, menandakan bahwa waktu pelatihan dianggap cukup proporsional dengan materi yang diberikan. Ini menjadi indikator bahwa perencanaan waktu pelatihan berjalan dengan baik.
- Ketertarikan peserta untuk menerapkan materi pelatihan ke dalam pembelajaran di sekolah serta ketertarikan mengikuti pelatihan lanjutan keduanya memperoleh skor yang sama, yaitu 4.58. Skor ini menunjukkan adanya motivasi yang tinggi dari peserta untuk melanjutkan eksplorasi dan penerapan materi di sekolah masing-masing.
- Kepuasan terhadap fasilitator juga tergolong tinggi dengan skor 4.58, mengindikasikan bahwa fasilitator mampu membimbing peserta dengan baik dalam praktik langsung.
- Kesesuaian materi mendapat skor 4.50, yang tetap dalam kategori sangat baik. Ini menunjukkan bahwa materi pelatihan dinilai relevan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah.

Secara keseluruhan, seluruh aspek penilaian memperoleh skor di atas 4.50, yang berarti bahwa pelatihan ini diterima sangat baik oleh peserta. Hal ini mencerminkan bahwa kegiatan pelatihan tidak hanya berhasil secara teknis, tetapi juga berdampak positif terhadap kesiapan peserta dalam menerapkan teknologi berbasis Arduino di sekolah mereka, sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pelatihan *hybrid* dalam integrasi Arduino dalam pendidikan sains membantu memperkuat keterampilan guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran berbasis teknologi secara efektif [18].

IV. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan robotika bagi guru muatan lokal elektronika SMP BPK PENABUR berhasil memberikan peningkatan kapasitas dalam penguasaan konsep, praktik, dan penerapan sistem robotika sederhana yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran. Pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung melalui proyek tempat sampah pintar dan miniatur selektor otomatis terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman teknis peserta sekaligus memperluas wawasan pedagogis terkait penyusunan modul pembelajaran. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan mendapat respon positif serta dinilai memiliki relevansi dan nilai aplikatif yang tinggi dalam mendukung literasi teknologi di lingkungan sekolah.

Pada pelaksanaan selanjutnya, kegiatan serupa berpotensi diperluas dengan peningkatan kompleksitas proyek, perluasan cakupan teknologi, maupun integrasi

dengan kurikulum sekolah secara lebih sistematis. Kolaborasi lanjutan antara perguruan tinggi dan sekolah mitra juga diharapkan dapat memperkuat ekosistem pembelajaran berbasis STEM sejak tingkat pendidikan menengah. Saran ini diharapkan menjadi pijakan untuk memperbaiki, mengembangkan, serta menyempurnakan pelaksanaan pengabdian di masa mendatang agar dampaknya semakin luas dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UKRIDA atas dukungan penuh yang telah diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada sekolah BPK Penabur sebagai mitra pelaksanaan dalam bentuk program pelatihan robotika. Kegiatan ini terlaksana melalui skema Hibah Pengabdian Masyarakat Internal Universitas Kristen Krida Wacana (UKRIDA) berdasarkan Kontrak Nomor 05/UKKW/LPPM-FTIK/ABMAS/III/2025.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Ryalat, N. Almtireen, G. Al-refai, H. Elmoaqet, and N. Rawashdeh, "Research and Education in Robotics : A Comprehensive Review , Trends , Challenges , and Future Directions," *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 14, no. 76, pp. 1-40, 2025, doi: <https://doi.org/10.3390/jsan14040076>.

[2] A. Markopa, F. Jayantri, R. E. Ibrahim, R. Fathurahman, and D. Pratama, "Analisis Peran dan Implementasi Robotic Diberbagai Bidang: Systematic Literature Review," *J. REIN (Rekayasa Inform., vol. 1, no. 2, pp. 92-97, 2024.*

[3] M. Verma, "Robotics Applications: Shaping the Future Across Industries and Society," *Int. J. Trend Sci. Res. Dev.*, vol. 8, no. 4, pp. 930-934, 2024.

[4] M. Y. Hadiyanto *et al.*, "Pelatihan Robotika Berbasis Arduino untuk Guru SMA dan SMP BPK Penabur," *Patria J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 1, 2025.

[5] S. Bai and P. Tian, "Educational Robotics May Enhance Students' Conceptual Knowledge, Applied Skills, and Learning Attitude in STEM Education : A Meta-analysis," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 28, no. 4, pp. 1-30, 2025, doi: 10.30191/ETS.

[6] M. A. Sadik, C. W. Budiyanto, and R. A. Yuana, "The Influence of Educational Robotics in STEM Integrated Learning and The Development of Computational Thinking Abilities," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 13, no. 3, pp. 760-768, 2024.

[7] Marsharani, S. Rofiah, and E. Retnoningsih, "Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino Uno," *J. Students' Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 125-134, 2025.

[8] A. T. Ashari, J. Sudrajat, and Seliwati, "Sistem Otomatisasi Tempat Sampah dengan Sensor Ultrasonik dan PIR Berbasis Mikrokontroler," *J. Restikom Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 3, pp. 534-543, 2024.

[9] A. T. Setiawan, Suwandi, H. L. Wijayanto, and A. W. Arohman, "Automated Sorting Conveyor Using Pneumatic Actuators for Industrial Applications at Morowali Metal Industry Polytechnic," *J. Teknol. dan Manaj.*, vol. 22, no. 2, pp. 37-48, 2024, doi: 10.52330/jtm.v22i2.284.

[10] H. N. Totan and A. T. Kurocu, "The Effect of Block Based Coding Education on the Students' Attitudes about the Secondary School Students' Computational Learning Skills and Coding Learning : Blocky Sample," *Particip. Educ. Res.*, vol. 1, no. January, pp. 443-461, 2023.

[11] M. K. Ambar and A. Z. Sena, "Integrating Artificial Intelligence, Robotics, and Extended Reality into Sustainability-Focused STEM Education: A Practice-Based Study," *J. STEAM Educ.*, vol. 8, no. 2,

pp. 38-58, 2025.

[12] Munawir, M. T. D. Putra, D. Pradeka, A. Adiwilaga, and M. S. Pararta, "Pelatihan Peningkatan Kemampuan Computational Thingking Guru dengan Media Robotik di SMP Santa Ursula Bandung," *J. Abdimas Mandiri*, vol. 8, no. 3, pp. 372-381, 2024.

[13] N. T. S. Saptadi, "Peningkatan Kompetensi Guru dalam Penciptaan Ruang Belajar Inklusif Berbasis Inovasi dan Kreativitas Teknologi di Era Digital," *J. Atma Inovasia*, vol. 5, no. 1, pp. 1-7, 2025.

[14] M. K. Rihmi, G. Bintoro, M. A. Rahman, G. Puspito, and A. Muntaha, "Accuracy Analysis of Distance Measurement Using Solar Ultrasonic Sensor HC-SR04 on Several Types of Materials," *J. Environ. Eng. Sustain. Technol.*, vol. 11, no. 01, pp. 10-13, 2024.

[15] N. Argirusis, A. Achilleos, N. Alizadeh, C. Argirusis, and G. Sourkouni, "IR Sensors , Related Materials , and Applications," *Sensors*, vol. 25, pp. 1-37, 2025.

[16] K.-D. Su and H.-Y. Chen, "Exploring the Learning Efficacy of Students' STEM Education from the Process of Hands-On Practical Experience," 2023, pp. 421-429.

[17] H. Farisia and I. Syafi'i, "Professional Development on Digital Literacy for Teachers in Early Childhood Education in the Digital Era," *Tafkir Interdiscip. J. Islam. Educ.*, vol. 5, no. 3, pp. 360-375, Jun. 2024, doi: 10.31538/tijie.v5i3.820.

[18] L. L. Sarah, G. Shaw, A. Suhandi, I. Kaniawati, and M. Agustin, "Hybrid Teacher Training in Arduino-based Science Education across Different Modalities," *Sci. Educ. Int.*, vol. 36, no. 2, pp. 234-241, Jun. 2025, doi: 10.33828/sei.v36.i2.10.

PENULIS

	Kevin Sutanto , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Marvin Yonathan Hadiyanto , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Johansah Liman , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Eddy Wijanto , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Ivan Tantra , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Indra Karnadi , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Richie Estrada , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana
	Budi Harsono , Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana