

PENINGKATAN KEMAMPUAN ROBOTIK MELALUI PELATIHAN ROBOT LINE FOLLOWER PADA SISWA SMA GLOBAL PRIMA MEDAN

Christin Erniati Panjaitan^{1)*}, Winner Parluhutan Nainggolan²⁾, Muhammad Irwanto³⁾,
Muhammad Ikhwan Fahmi⁴⁾, Deny Hasminta Sembiring Maha⁵⁾, Togar Timoteus Gultom⁶⁾

Universitas Prima Indonesia

¹⁾christinpanjaitan@unprimdn.ac.id, ²⁾winnerparluhuatannainggolan@unprimdn.ac.id
³⁾muhammadirwanto@unprimdn.ac.id, ⁴⁾muhammadikhwanfahmi@unprimdn.ac.id,
⁵⁾dennyhasmintasembiringmaha@unprimdn.ac.id, ⁶⁾togartimoteusgultom@unprimdn.ac.id

Histori artikel

Received:
12 April 2025

Accepted:
04 Agustus 2025

Published:
31 Agustus 2025

Abstrak

SMA Global Prima Medan memiliki klub robotik, namun masih menghadapi keterbatasan sumber daya manusia yang berkompeten untuk memberikan pelatihan merakit robot. Permasalahan ini berdampak pada minimnya pemahaman siswa terkait komponen elektronik, bahasa pemrograman, dan keterampilan merakit robot. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam bidang robotik melalui pelatihan perakitan Robot *Line Follower*. Mitra dalam kegiatan ini adalah 80 siswa SMA Global Prima Medan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif dengan tiga tahapan utama, yaitu penentuan materi dan komponen, pelaksanaan pelatihan, serta evaluasi pemahaman siswa. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa memperoleh peningkatan signifikan dalam pemahaman komponen (95%), keterampilan merakit robot (80%), serta cara kerja sensor *infrared* (80%), meskipun pemahaman bahasa pemrograman C++ masih rendah (20%). Evaluasi pelaksanaan pelatihan juga memperlihatkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi, baik terhadap pemateri, instruktur, maupun fasilitas yang digunakan. Kegiatan ini membuktikan bahwa pelatihan robotik mampu menumbuhkan antusiasme siswa serta memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat keterampilan teknologi di tingkat SMA.

Kata Kunci: Evaluasi, Pelatihan, Robot Line Follower, Siswa, Teknologi

* Corresponding author: Christin Erniati Panjaitan (christinpanjaitan@unprimdn.ac.id)

Abstract. Global Prima High School Medan has a robotics club but still faces limitations in competent human resources to provide training in robot assembly. This problem results in students' limited understanding of electronic components, programming languages, and robot assembly skills. This community service activity aims to improve students' abilities in robotics through training on assembling a Line Follower Robot. The partner in this activity consisted of 80 students of Global Prima High School Medan. The implementation method used a participatory approach with three main stages, namely determining materials and components, conducting training, and evaluating students' understanding. The results showed a significant improvement in students' comprehension of components (95%), robot assembly skills (80%), and understanding of infrared sensor mechanisms (80%), although knowledge of the C++ programming language remained low (20%). The training evaluation also indicated a very high level of satisfaction regarding the presenters, instructors, and facilities provided. This activity demonstrates that robotics training can foster students' enthusiasm and make a tangible contribution to strengthening technological skills at the high school level.

Keywords: Evaluation, Line Follower Robot, Students, Technology, Training

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah mengubah berbagai kebiasaan manusia menjadi lebih efektif dan efisien. Salah satu bidang yang berkembang signifikan adalah robotika, dengan aplikasi yang meluas di bidang medis, industri, pariwisata, dan lainnya. Kehadiran robot memberikan banyak dampak positif, terutama pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan berisiko besar (Diyati, 2016). Robot memiliki keunggulan karena dapat bekerja tanpa lelah dan bebas dari faktor emosional, sehingga memberikan kontribusi penting dalam mendukung kinerja manusia.

Salah satu jenis robot yang banyak dikembangkan adalah Robot Line Follower, yang dapat dirakit menggunakan berbagai komponen. Misalnya, robot line follower dengan IC AT Mega32A yang masih memiliki keterbatasan akurasi kecepatan di atas 150 RPM (Latif et al., 2020), atau robot line follower berbasis Arduino Uno R3 dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak (Tambunan et al., 2024). Pengenalan teknologi robotika dalam dunia pendidikan menjadi strategi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Dharmawan et al., 2023). Namun, transformasi ini belum sepenuhnya terserap di tingkat SMA. Banyak siswa masih tertinggal karena keterbatasan sarana, kurikulum yang kurang memadai, serta minimnya tutor yang memiliki kompetensi robotika (Fauzan et al., 2023; Soni et al., 2025; Prayogi et al., 2025).

SMA Global Prima Medan yang berlokasi di Jl. Brigjend Katamso No. 282–283 berada di bawah Yayasan Perguruan Tinggi Prima Indonesia (Global Prima National Plus School, 2025). Sekolah ini memiliki klub robotik, namun pemahaman siswa masih terbatas pada pengetahuan dasar komponen elektronik dan belum mampu merakit Robot Line Follower. Oleh karena itu, melalui kerja sama yang baik, sekolah ini mengajukan permintaan

untuk dilaksanakan pelatihan perakitan Robot Line Follower oleh Universitas Prima Indonesia (UNPRI, 2025).

Robot line follower sendiri memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, robot pengantar makanan di restoran yang mampu mengurangi keterlambatan layanan (Aisyah et al., 2024), robot pemindah barang berbasis sensor warna TCS3200 (Basri et al., 2022), hingga robot pengantar surat dengan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor fotodiode menggunakan logika fuzzy (Putri et al., 2017). Berbagai inovasi lain juga telah dikembangkan, seperti robot line follower dengan lengan otomatis berbasis sensor inframerah dan ultrasonik (Tambunan et al., 2024), simulasi robot dengan perangkat lunak Webots berbasis bahasa pemrograman C (Lorenza et al., 2022), maupun sistem *Avoid Obstacle* untuk menghindari objek di jalur (Factor et al., 2017; Nugraha et al., 2017).

Selain itu, terdapat robot yang dirancang untuk mendeteksi warna objek (Romadhon et al., 2018), mengambil sampah di jalurnya (Aprilia et al., 2020), hingga dilatih dengan *reinforcement learning* untuk menemukan jalur secara dinamis (Saqib et al., 2021). Pada masa pandemi COVID-19, robot line follower juga digunakan untuk mengurangi risiko penularan virus dengan memanfaatkan sensor inframerah dan kendali Bluetooth (Russel et al., 2021). Di bidang medis, HARVI merupakan robot line follower bertenaga surya untuk mendukung pelayanan kesehatan (Krishnan et al., 2021), sedangkan di industri, robot digunakan untuk memindahkan objek dengan cengkeraman kokoh menggunakan kamera berbasis MATLAB Simulink dan Fuzzy-PID (Bahed et al., 2022).

Dengan semakin banyaknya aplikasi dan perkembangan teknologi robot, diperlukan upaya nyata dalam bentuk pelatihan bagi siswa SMA. Oleh karena itu, Program Studi Teknik Elektro Universitas Prima Indonesia (UNPRI) melaksanakan pelatihan robotika di SMA Global Prima Medan dengan tujuan memperkaya pengetahuan siswa tentang perakitan komponen robot serta pemrograman menggunakan modul Arduino Uno.

METODE PELAKSANAAN

Mitra dalam kegiatan ini adalah siswa SMA Global Prima Medan yang berlokasi di Jl. Brigjend Katamso, Kecamatan Medan Maimun, Kota Medan. Mekanisme pelaksanaan dilakukan melalui koordinasi antara guru-guru SMA Global Prima dengan Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan. Kegiatan pelatihan dipilih dalam bentuk perakitan Robot Line Follower, karena jenis robot ini dianggap sebagai dasar penting untuk pengembangan ke jenis robotika lainnya.

Pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam tiga tahapan utama seperti ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu: (1) persiapan, (2) pelaksanaan pelatihan, dan (3) evaluasi pemahaman siswa. Seluruh rangkaian kegiatan melibatkan mahasiswa Teknik Elektro UNPRI Medan dari berbagai tingkat sebagai pendamping, dan dilaksanakan pada 14 Maret 2025 pukul 09.00–12.00 WIB bertempat di Gedung UNPRI Medan Lantai 16.



Gambar 1. Alur Mekanisme Pelaksanaan Pelatihan

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini ditentukan komponen yang diperlukan untuk merakit robot (lihat Gambar 2). Siswa yang telah dibagi ke dalam beberapa kelompok diwajibkan membawa komponen sesuai daftar kebutuhan yang telah ditentukan. Dengan demikian, saat pelatihan dimulai siswa dapat langsung melakukan praktik berdasarkan arahan instruktur

			
UNO R3-Compatible	USB Cable	IR Sensor x2	L293D Motor Shield
			
2WD Car Chassis	Battery Holder	F-F Wires 10pcs	Carton Box Packing
			
Black Tape	L-Clamp X2		

Gambar 2. Komponen yang Diperlukan untuk Merakit Robot

2. Tahap Pelaksanaan Pelatihan

Tahap kedua dilaksanakan melalui pemaparan materi dan praktik langsung. Mahasiswa Teknik Elektro UNPRI berperan sebagai instruktur yang membimbing siswa SMA Global Prima Medan dalam proses perakitan Robot Line Follower. Pelatihan dilaksanakan secara tatap muka (luring) sehingga interaksi antara siswa dan instruktur berlangsung lebih intensif.

3. Tahap Evaluasi Pemahaman Siswa

Tahap terakhir adalah evaluasi terhadap pemahaman siswa mengenai komponen dan langkah perakitan robot. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar tindak lanjut untuk merancang pelatihan lanjutan yang lebih mendalam di Program Studi Teknik Elektro UNPRI Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Bagian ini menyajikan temuan dari kegiatan pengabdian masyarakat yang telah dilaksanakan di SMA Global Prima Medan. Hasil dipaparkan berdasarkan tahapan kegiatan yang telah direncanakan, meliputi persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Data yang diperoleh berasal dari observasi, dokumentasi, serta hasil evaluasi pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, tim pengabdian bersama pihak sekolah melakukan identifikasi kebutuhan pelatihan. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa memiliki antusiasme tinggi terhadap robotik, tetapi keterbatasan pemahaman komponen elektronik dan pemrograman menjadi kendala utama. Dari musyawarah dengan pihak sekolah, diputuskan bahwa pelatihan difokuskan pada perakitan Robot Line Follower dengan materi meliputi pengenalan komponen, sensor, perakitan, serta pengenalan dasar bahasa pemrograman C++.

2. Tahap Pelaksanaan Kegiatan

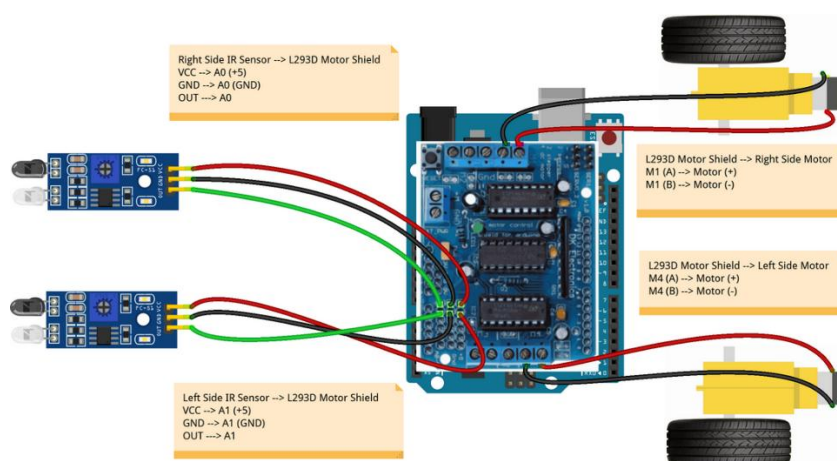
Pelatihan diikuti oleh 80 siswa yang tergabung dalam klub robotik SMA Global Prima Medan. Kegiatan dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif, di mana siswa terlibat aktif dalam setiap sesi. Materi diberikan secara bertahap mulai dari pengenalan komponen elektronik, praktik perakitan, hingga pengujian robot Line Follower. Setiap kelompok siswa difasilitasi dengan kit robotik untuk memastikan keterlibatan langsung dalam praktik.



Gambar 3. Pemaparan Materi



Gambar 4 Siswa Melakukan Uji Coba



Gambar 5 Skema Rangkaian



Gambar 6 Mahasiswa Membantu Siswa dalam Merakit

3. Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan melalui tes pemahaman, pengamatan praktik, serta diskusi reflektif. Hal ini bertujuan untuk dapat mengetahui seberapa besar pemahaman siswa selama kegiatan pelatihan merakit robot line follower yang di peroleh dari pelatihan tersebut.

Adapun gambaran pemahaman 80 siswa yang hadir terlihat pada Tabel 1 dan 2 di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Evaluasi Pemahaman Siswa

Evaluasi Pemahaman	Sangat Mengerti	Mengerti	Kurang Mengerti	Tidak Mengerti
Komponen yang digunakan	95%	3%	2%	0%
Merakit Robot	80%	5%	3%	2%
Bahasa Pemrograman C++	20%	10%	50%	20%
Cara Kerja Sensor IR	80%	10%	5%	5%

Tabel 2 Evaluasi Pelaksanaan Pelatihan

Evaluasi Pelaksanaan	Sangat Puas	Puas	Cukup Puas	Tidak Puas
Pemateri	95%	5%	0%	0%
Instruktur yang mendampingi	80%	5%	3%	2%
Ruangan	100%	0%	0%	0%
Manajemen Waktu (Waktu mulai dan Selesai)	100%	0%	0%	0%

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada beberapa aspek kemampuan siswa:

- 1) Pemahaman komponen elektronik: 95% siswa mampu mengenali dan menjelaskan fungsi komponen dengan baik.
- 2) Keterampilan merakit robot: 80% siswa berhasil menyusun dan menguji robot hingga dapat berjalan sesuai jalur yang ditentukan.
- 3) Pemahaman cara kerja sensor infrared: 80% siswa memahami prinsip dasar sensor dalam mengatur arah gerak robot.
- 4) Pemahaman bahasa pemrograman C++: Masih relatif rendah, hanya 20% siswa yang mampu menulis kode sederhana untuk mengontrol robot.

Selain itu, hasil kuesioner kepuasan menunjukkan bahwa siswa merasa sangat puas dengan kegiatan ini, baik dari aspek materi, metode pelatihan, instruktur, maupun fasilitas yang digunakan.

Kegiatan pelatihan terbukti mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam bidang robotik sekaligus menumbuhkan antusiasme untuk mempelajari teknologi lebih lanjut. Meskipun pemahaman pemrograman masih perlu ditingkatkan, keberhasilan pada aspek perakitan dan penggunaan sensor menjadi modal awal yang kuat bagi pengembangan keterampilan robotik di tingkat SMA.

Pembahasan

Pelatihan robotik di SMA Global Prima Medan terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa dalam mengenal komponen elektronik dasar, keterampilan perakitan, serta pemanfaatan sensor pada Robot Line Follower. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek komponen (95%) dan perakitan (80%). Hal ini sejalan dengan Dharmawan et al. (2023) yang menekankan pentingnya pendidikan dasar robotika untuk membekali siswa dengan keterampilan praktis sejak dini. Temuan ini juga didukung oleh Prayogi et al. (2025) yang menjelaskan bahwa pelatihan robotik dapat mengembangkan keterampilan teknis sekaligus mendukung pencapaian SDGs dalam bidang pendidikan dan teknologi.

Keterampilan siswa dalam merakit robot menunjukkan efektivitas pendekatan partisipatif dalam kegiatan pelatihan. Sebanyak 80% siswa berhasil menyelesaikan perakitan robot sesuai dengan prosedur yang diajarkan. Hal ini sejalan dengan Nugraha et al. (2017) yang menegaskan bahwa penerapan metode Wall Following dalam robot Line Follower membantu siswa memahami hubungan antara teori

dengan praktik. Selain itu, Latif et al. (2020) juga menemukan bahwa implementasi mikrokontroler ATmega32A pada robot line follower menuntut keterampilan merakit yang sistematis, sehingga pembelajaran berbasis praktik sangat dibutuhkan.

Pemahaman sensor infrared yang dikuasai oleh 80% siswa memperlihatkan bahwa siswa mampu mengidentifikasi fungsi sensor dalam mengatur pergerakan robot. Hasil ini konsisten dengan Tambunan & Simanjuntak (2024) yang merancang robot Line Follower dengan lengan otomatis menggunakan sensor infrared dan ultrasonic untuk meningkatkan kinerja. Selain itu, penelitian Aprilia et al. (2020) juga menunjukkan efektivitas sensor dalam mendeteksi keberadaan sampah pada jalur tertentu, yang memperlihatkan bahwa penguasaan sensor merupakan kompetensi utama dalam bidang robotik.

Meski demikian, capaian siswa pada aspek pemrograman C++ masih rendah (20%). Hal ini menunjukkan bahwa pemrograman memerlukan pendekatan bertahap. Lorenza et al. (2022) menjelaskan bahwa simulasi menggunakan Webots dapat membantu pemahaman siswa karena memungkinkan visualisasi langsung dari perintah kode. Selaras dengan itu, Saqib & Yousuf (2021) menegaskan bahwa penerapan algoritma pengambilan keputusan pada robot otonom memerlukan pembiasaan berulang agar siswa mampu memahami hubungan antara sintaks dan pergerakan robot secara nyata.

Pelatihan ini juga meningkatkan motivasi dan antusiasme siswa dalam mempelajari teknologi berbasis robotik. Prayogi et al. (2025) menekankan bahwa pelatihan robotik berkontribusi pada pengembangan keterampilan abad 21, seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Hal ini sejalan dengan Dharmawan et al. (2023) yang menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam praktik langsung mampu meningkatkan rasa percaya diri sekaligus minat untuk mendalami teknologi. Dengan demikian, robotik bukan hanya sarana pembelajaran teknis, tetapi juga wadah pembentukan karakter belajar aktif.

Selain aspek motivasi, kegiatan ini juga memperlihatkan relevansi robotik dalam dunia industri dan kehidupan sehari-hari. Aisyah et al. (2024) mengembangkan robot Line Follower untuk pengantaran makanan, membuktikan bahwa robotik dapat mengurangi keterlambatan dalam layanan restoran. Sementara itu, Basri & Wahira (2022) menunjukkan bahwa robot Line Follower juga mampu memindahkan barang berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200, sehingga relevansinya dengan

kebutuhan dunia kerja semakin nyata. Hal ini menginspirasi siswa bahwa robotik bukan sekadar proyek akademik, melainkan keterampilan yang aplikatif.

Lebih jauh, kegiatan ini memperlihatkan potensi pelatihan robotik sebagai jembatan bagi siswa SMA untuk menyiapkan diri menuju era digital. Rahmi et al. (2024) menegaskan bahwa integrasi teknologi seperti AI dan robotik dalam pendidikan menengah akan memperkuat daya saing siswa di masa depan. Selain itu, Krishnan et al. (2021) juga menyoroti pemanfaatan robot Line Follower di bidang medis melalui HARVi yang dapat mendukung layanan kesehatan berbasis teknologi. Dengan dukungan sekolah dan mitra eksternal, kegiatan serupa dapat diperluas untuk menghasilkan generasi yang lebih kompeten dalam bidang teknologi.

KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan perakitan Robot Line Follower di SMA Global Prima Medan berhasil memberikan dampak positif dalam peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa di bidang robotika. Siswa menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman komponen elektronik (95%), keterampilan merakit robot (80%), serta pemahaman cara kerja sensor infrared (80%). Meskipun demikian, pemahaman bahasa pemrograman C++ masih tergolong rendah (20%), sehingga perlu adanya tindak lanjut berupa pelatihan lanjutan yang lebih mendalam pada aspek pemrograman.

Secara umum, kegiatan ini mampu menumbuhkan antusiasme siswa serta memperkuat minat mereka terhadap bidang teknologi, khususnya robotika. Tingkat kepuasan yang tinggi terhadap materi, instruktur, dan fasilitas juga menunjukkan bahwa program pelatihan telah terlaksana dengan baik. Oleh karena itu, pelatihan serupa dapat dijadikan model pemberdayaan siswa SMA dalam bidang teknologi untuk mendukung keterampilan abad 21.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, R., Latifah, A., Hidayatulloh, E. P., Nurhidayat, Kifti, J., Sodikin, M. F., & Alfiyah, B. N. (2024). Implementation of line follower robot for food delivery robot. *Journal of Electronic, Information and Communication Technology*, 6(2). <https://doi.org/10.20961/jeeict.6.2.92211>
- Aprilia, I. G., Irsan, M., & Nugroho, A. H. (2020). Prototipe robot line follower untuk mendeteksi keberadaan sampah berbasis mikrokontroler (Studi Kasus

- Universitas Islam Syekh Yusuf). *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik (JIMTEK)*, 1(3), 273–282.
- Bahed, A. S., Kheioon, I. A., Munahi, B. S., & Sabur, R. A. (2022). Modelling and controlling of modified robotic gripper mechanism using intelligent technique scheme. *IEEE Iraqi International Conference on Communication & Information Technologies*, 252–257. <https://doi.org/10.1109/IICCIT55816.2022.10010666>
- Basri, M., & Wahira, I. (2022). Robot line follower pemindah barang berdasarkan warna berbasis mikrokontroler. *Jurnal Mosfet*, 2(2), 11–15. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v2i2.1973>
- Dharmawan, F., Suherman, A., Kurniawan, B., & Rahmatia, S. (2023). Implementasi pendidikan dasar robotika melalui penggunaan mikrokontroler Arduino untuk siswa kelas 12 SMA Al Fityan School Tangerang. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 66–71. <http://dx.doi.org/10.36722/psn.v3i1.2490>
- Diyati, F. (2016). *Rancang bangun robot line follower berbasis cahaya tampak* (Diploma thesis, Universitas Airlangga). Program Studi D3 Otomasi Sistem Instrumentasi, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Factor, R., Cheng, J., Fiedalan, B. P., Pecina, A. J., & Bautista, A. J. (2017). Development of a practical omnidirectional germicidal indoor carrier assistant robot with line following function. *IEEE 7th International Conference on Control, Automation and Robotics*, 103–107. <https://doi.org/10.1109/ICCAR52225.2021.9463491>
- Global Prima National Plus School. (2025). *Profil sekolah*. Diunduh dari <https://globalprimamdn.sch.id/>
- Krishnan, Y., Udayan, V., & Akhil, S. (2021). Hospital assistant robotic vehicle (HARVi). *IEEE 18th India Council International Conference*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INDICON52576.2021.9691738>
- Latif, A., Widodo, H. A., Rahim, R., & Kunal, K. (2020). Implementation of line follower robot based microcontroller ATmega32A. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(2), 70–74. <https://doi.org/10.18196/jrc.1316>
- Lorenza, A., Hidayat, B., Alia, L. S., Nurachanta, L. A., Halmahera, I., & Syahputra, M. S. I. (2022). Simulation understanding line follower robot C program with Webots. *Indonesia Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy*, 2(1), 7–18. <https://doi.org/10.57152/ijeere.v2i1.106>

- Nugraha, M. A., Syauqy, D., & Putri, R. R. M. (2017). Perancangan dan implementasi robot line follower menggunakan avoid obstacle dengan metode wall following. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1–5.
- Pahrihar, S., & Dutta, S. (2023). Enhancing line following robot navigating with smart assistant capabilities. *IEEE International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICSES60034.2023.10465582>
- Prayogi, S., Nugroho, T. A., Pertiwi, N. I., Pramudito, W. A., Marzuki, M. I., Abdillah, M., Wibowo, W. K., Nugroho, H., Roffi, T. M., & Muhammad. (2025). Pengembangan keterampilan siswa melalui pelatihan robotik untuk mendukung agenda Sustainable Development Goals (SDGs). *Indonesia Community Journal*, 5(1), 173–184. <https://doi.org/10.70609/icom.v5i1.6486>
- Putri, A., & Maspiyanti, F. (2017). Robot line follower pengantar surat menggunakan metode fuzzy logic studi kasus Fakultas Teknik Universitas Pancasila. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.54914/jtt.v3i1.76>
- Rahmi, Z., Nunsina, C., Panjaitan, E. P., Irwanto, M., & Hamuda, H. (2024). Pelatihan pembuatan game edukasi berbasis kecerdasan buatan untuk siswa SMKN 5 Takengon. *Mahakarya Journal of Community Services*, 1–7.
- Romadhon, A. S., & Adiputra, F. (2018). Robot line follower pemisah benda menggunakan sensor warna TCS 3200. *Jurnal Simantec*, 6(3), 144–151. <https://doi.org/10.21107/simantec.v6i3.19510>
- Saqib, N., & Yousuf, M. M. (2021). Design and implementation of shortest path line follower autonomous rover using decision making algorithms. *IEEE Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ASIANCON51346.2021.9544672>
- Tambunan, H. A., & Simanjuntak, M. R. (2024). Robot line follower with arm menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Bisantara Informatika (JBI)*, 8(1), 33–45.
- Universitas Prima Indonesia. (2025). *Profil universitas*. Diunduh dari <https://unprimdn.ac.id/>