Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat

Vol.4 No.2 Edisi Periode: Januari-Juni 2026 | Page: 241-246
e-ISSN : 2963-0401 | eMail : jurnalq17@gmail.com

Lisensi: CC-BY

DOI: https://doi.org/10.71456/adc.v4i2.1816

PENINGKATAN KOMPETENSI SISWA SMK TRISAKTI JAYA BANDAR LAMPUNG MELALUI PELATIHAN *ROBOT LINE FOLLOWER*

Hesti Wahyu Handani[1*], Sefrani IG Siregar[2], Al Barra Harahap[3], Vera Khoirunisa[4], Christio Revano Mege[5], & Ferizandi Qauzar Gani[6]
[*1-6] Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera
*email: hesti.handani@tf.itera.ac.id

Submit Tgl: 10-Mei-2026 Diterima Tgl: 12-Mei-2026 Diterbitkan Tgl: 14-Mei-2026

Abstrak: Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya pemahaman dan keterampilan siswa SMK dalam bidang robotika, khususnya perakitan dan pemrograman *robot line follower*, serta belum optimalnya pembelajaran berbasis praktik yang sesuai dengan kebutuhan industri manufaktur dan otomasi di era digital. Tujuan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan literasi teknologi, pemahaman konsep elektronika, dan keterampilan praktis siswa melalui pelatihan perakitan robot line follower berbasis pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Metode yang digunakan meliputi ceramah, diskusi interaktif, praktik langsung perakitan robot line follower menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor inframerah (IR), dan motor driver L298N, serta evaluasi melalui *pretest* dan *posttest* terhadap 65 siswa jurusan Teknik Komputer dan Jaringan SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh indikator pemahaman, yaitu pemahaman prinsip kerja sensor IR meningkat dari 35 menjadi 60 peserta (71,43%), pemrograman mikrokontroler Arduino dari 28 menjadi 58 peserta (107,14%), konfigurasi motor driver dari 22 menjadi 55 peserta (150,00%), serta perakitan sistem robotika dari 18 menjadi 62 peserta (244,44%). Selain itu, peserta mampu merakit dan mengoperasikan robot line follower secara mandiri untuk mengikuti lintasan garis hitam pada permukaan putih. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan pelatihan yang mengintegrasikan teori dan praktik secara langsung efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis dan literasi digital siswa, sehingga kegiatan ini berkontribusi dalam mendukung penguatan pendidikan vokasi yang adaptif terhadap perkembangan teknologi robotika dan kebutuhan dunia kerja.

Kata Kunci: *Robot Line Follower, Arduino, Sensor Inframerah, STEM, SMK Trisakti Jaya*

Cara mengutip Handani, H. W., Siregar, S. I., Harahap, A. B., Khoirunisa, V., Mege, C. R., & Gani, F. Q. (2026). Peningkatan Kompetensi Siswa SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung melalui Pelatihan Robot Line Follower. *JPEMAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *4*(2), 241–246. https://doi.org/10.71456/adc.v4i2.1816

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika pada era Revolusi Industri 4.0 dan *Society 5.0* telah mendorong perubahan signifikan dalam sistem pendidikan, khususnya pendidikan vokasi (Jaya dkk., 2025). Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memiliki kompetensi dasar, tetapi juga mampu menguasai teknologi terkini yang digunakan di dunia industri. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah robotika otomasi, yang memungkinkan mesin untuk beroperasi secara mandiri mengikuti instruksi yang telah diprogram (Ritonga & Hasibuan, 2025). Teknologi ini telah diadopsi secara luas dalam berbagai sektor seperti manufaktur, logistik, dan sistem pengangkutan otomatis, sehingga penguasaan dasar-dasar robotika menjadi kompetensi penting bagi siswa SMK (Huda dkk., 2025; Maulan dkk., 2025).

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa integrasi teknologi robotika dalam pembelajaran di SMK masih belum optimal. Pembelajaran cenderung bersifat teoritis dan belum sepenuhnya mengarah pada praktik berbasis teknologi. Keterbatasan fasilitas, kurangnya pelatihan

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani

bagi tenaga pendidik, serta minimnya pengalaman siswa dalam penggunaan teknologi menjadi kendala utama. Hal ini berdampak pada rendahnya kesiapan lulusan dalam menghadapi kebutuhan industri yang semakin berbasis otomasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan antara kompetensi lulusan pendidikan vokasi dengan tuntutan dunia kerja, khususnya dalam aspek keterampilan teknologi dan robotika (Rahayu dkk., 2025; Sari dkk., 2024). Di Indonesia, pendidikan vokasi menghadapi kesenjangan kompetensi pada teknologi robotika manufaktur, di mana pembelajaran cenderung prosedural dan alat dipelajari terpisah, sehingga kemampuan penyusunan, konfigurasi, dan evaluasi sistem robotika belum terbentuk kuat.

Urgensi peningkatan kualitas pembelajaran semakin diperkuat dengan pentingnya penerapan pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* dalam pendidikan. Pendekatan ini mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah melalui pembelajaran berbasis proyek (Taqwa dkk., 2020). Integrasi robotika dalam pembelajaran berbasis STEM dinilai efektif karena mampu menggabungkan aspek teori dan praktik secara kontekstual. Studi serupa juga membuktikan bahwa pelatihan pembuatan robot line follower mampu meningkatkan pengetahuan robotika siswa SMK secara efektif (Sujito dkk., 2022).

SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung, yang didirikan pada tahun 2019 dan berlokasi di Jl. Khairil Anwar No.10, Kelurahan Durian Payung, merupakan sekolah menengah kejuruan swasta yang memiliki jurusan Teknik Komputer dan Jaringan. Berdasarkan hasil survei awal yang dilakukan tim pengabdian, siswa jurusan tersebut menunjukkan pemahaman dasar yang terbatas mengenai teknologi robotika dan belum memiliki pengalaman praktis dalam merakit maupun memprogram robot. Kondisi ini menjadi latar belakang pentingnya kegiatan pengabdian ini untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam bidang teknologi terapan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan pengalaman praktis siswa dalam bidang robotika, khususnya perakitan dan pemrograman robot line follower. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk mendukung implementasi pembelajaran berbasis STEM di lingkungan SMK agar lebih relevan dengan kebutuhan industri. Rencana pemecahan masalah dilakukan melalui pelatihan yang terstruktur, meliputi pemberian materi dasar robotika, pengenalan komponen elektronika, praktik perakitan rangkaian, pemrograman mikrokontroler, serta implementasi proyek sederhana yang aplikatif. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan literasi digital siswa secara berkelanjutan (Ika Sari dkk., 2024; Wang & Fan, 2025).

Berdasarkan kajian teori dan permasalahan yang ada, hipotesis yang dapat dikembangkan adalah bahwa pelatihan perakitan dan pemrograman *robot line follower* berbasis pendekatan STEM dapat meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan literasi digital siswa secara signifikan. Kegiatan ini diharapkan mampu mengurangi kesenjangan antara pembelajaran di sekolah dengan kebutuhan dunia industri, serta mendorong terciptanya inovasi dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, kegiatan ini memiliki rasionalisasi yang kuat sebagai upaya strategis dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia di bidang teknologi robotika.

2. IDENTIFIKASI MASALAH

Masalah yang dihadapi masyarakat, khususnya di lingkungan pendidikan vokasi seperti SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung, adalah masih terbatasnya kesiapan dalam menghadapi perkembangan teknologi robotika yang sangat pesat pada era Revolusi Industri 4.0. Berdasarkan laporan kegiatan, siswa dan guru belum sepenuhnya memiliki pemahaman yang memadai terkait teknologi terapan seperti perakitan dan pemrograman *robot line follower*, serta minimnya pengalaman praktik yang relevan dengan kebutuhan dunia industri otomasi. Hal ini menyebabkan adanya kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan tuntutan dunia kerja yang semakin berbasis teknologi robotika dan otomasi.

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani

Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat
Vol.4 No.2 Edisi Periode: Januari-Juni 2026 | Page: 241-246
e-ISSN : 2963-0401 | eMail : jurnalq17@gmail.com

Persoalan lain yang muncul adalah belum optimalnya penerapan pembelajaran berbasis praktik dan pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* di sekolah. Pembelajaran masih cenderung teoritis sehingga siswa kurang terlatih dalam berpikir kritis, *problem solving*, dan pengembangan inovasi teknologi. Selain itu, keterbatasan sarana dan prasarana pendukung serta kurangnya pelatihan bagi guru menjadi tantangan dalam mengintegrasikan teknologi seperti robotika ke dalam proses pembelajaran. Akibatnya, potensi siswa untuk mengembangkan keterampilan teknis dan kreatif belum tergali secara maksimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kebutuhan utama masyarakat (mitra) adalah adanya program peningkatan kapasitas melalui pelatihan dan penerapan teknologi robotika yang bersifat aplikatif dan berkelanjutan. Target kegiatan diarahkan pada peningkatan literasi digital, keterampilan teknis perakitan robot, serta kemampuan siswa dalam merancang dan mengimplementasikan proyek berbasis teknologi robotika. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini menjadi solusi strategis untuk menjawab kebutuhan tersebut, yaitu dengan menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif, berbasis praktik, dan selaras dengan kebutuhan industri, sehingga mampu meningkatkan kesiapan siswa dalam menghadapi dunia kerja dan perkembangan teknologi masa depan.

3. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan kegiatan dirancang secara sistematis dan bertahap untuk memastikan tercapainya tujuan peningkatan kompetensi peserta dalam bidang teknologi robotika. Rancangan kegiatan diawali dengan tahap persiapan berupa koordinasi dengan pihak sekolah, identifikasi kebutuhan mitra, serta pembuatan prototype robot line follower yang akan digunakan dalam pelatihan. Selanjutnya, kegiatan inti dilaksanakan melalui kombinasi metode ceramah, diskusi, dan praktik langsung. Metode ceramah digunakan untuk memberikan pemahaman dasar terkait konsep robotika dan prinsip kerja robot line follower, sedangkan metode dialog/diskusi bertujuan memperdalam pemahaman peserta. Tahap praktik menjadi inti kegiatan, di mana peserta secara langsung merakit dan memprogram *robot line follower*.



Gambar 1. Ceramah dan diskusi terkait robot Line Follower



Gambar 2. Praktik Perancangan Line Follower

Pemilihan responden atau khalayak sasaran dilakukan secara *purposive*, yaitu siswa-siswi SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung yang berasal dari jurusan Teknik Komputer dan Jaringan dan memiliki relevansi dengan materi pelatihan. Peserta yang dilibatkan berjumlah 65 orang dari berbagai tingkat kelas, sehingga mencerminkan variasi

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani

kemampuan awal yang berbeda. Pemilihan ini didasarkan pada kebutuhan peningkatan kompetensi teknis yang sesuai dengan bidang keahlian mereka, serta potensi untuk mengimplementasikan hasil pelatihan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Dengan demikian, sasaran kegiatan dinilai tepat dan strategis dalam mendukung penguatan pendidikan vokasi berbasis teknologi.

Bahan dan alat yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi komponen utama sistem robotika seperti mikrokontroler Arduino Uno, sensor inframerah (IR) TCRT5000, motor driver L298N, motor DC, roda, chasis robot, kabel jumper, baterai, serta perangkat pendukung seperti laptop dan *software* Arduino IDE. Desain robot yang dikembangkan berupa robot line follower sederhana untuk mengikuti lintasan garis hitam pada permukaan putih berbasis Arduino. Kinerja robot ditunjukkan melalui keberhasilan peserta dalam merakit rangkaian elektronika dan memprogram sistem sehingga robot dapat bergerak mengikuti garis secara otomatis. Dari sisi produktivitas, robot ini bersifat aplikatif, mudah direplikasi, dan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai media pembelajaran berbasis proyek di sekolah.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode evaluasi berupa pretest dan posttest untuk mengukur tingkat pemahaman peserta sebelum dan setelah pelatihan. Selain itu, observasi langsung selama kegiatan praktik juga digunakan untuk menilai keterampilan teknis peserta dalam merakit dan memprogram robot. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil pretest dan posttest untuk melihat peningkatan pemahaman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa program pelatihan perakitan robot line follower di SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung berjalan sesuai dengan rencana dan tahapan yang telah disusun. Kegiatan diawali dengan tahap persiapan berupa pembuatan prototype robot, kemudian dilanjutkan dengan pelaksanaan pelatihan pada tanggal 15 Maret 2026 yang melibatkan 65 siswa dari jurusan Teknik Komputer dan Jaringan. Seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari penyampaian materi hingga praktik langsung, dapat terlaksana dengan baik, didukung oleh partisipasi aktif peserta selama kegiatan berlangsung.

Secara kuantitatif, hasil kegiatan dapat dilihat dari peningkatan pemahaman peserta berdasarkan data pretest dan posttest. Pada indikator pemahaman prinsip kerja sensor inframerah (IR), terjadi peningkatan dari 35 menjadi 60 peserta yang menjawab benar (71,43%). Pada aspek pemrograman mikrokontroler Arduino, peningkatan terjadi dari 28 menjadi 58 peserta (107,14%). Sementara itu, pemahaman terkait konfigurasi motor driver L298N meningkat signifikan dari 22 menjadi 55 peserta (150,00%), dan pemahaman perakitan sistem robotika meningkat dari 18 menjadi 62 peserta (244,44%). Data ini menunjukkan bahwa seluruh indikator mengalami peningkatan yang cukup signifikan setelah pelatihan dilaksanakan.

Selain peningkatan aspek kognitif, hasil kegiatan juga terlihat pada peningkatan keterampilan praktis peserta. Dalam sesi praktik, siswa mampu merakit robot line follower sederhana menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor IR, dan motor driver L298N. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam bentuk nyata. Hasil ini menjadi indikator bahwa pendekatan pembelajaran berbasis praktik dan proyek mampu meningkatkan kompetensi teknis siswa secara efektif.

Pembahasan dari hasil tersebut menunjukkan bahwa metode kombinasi antara ceramah, diskusi, dan praktik memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pembelajaran berbasis STEM yang menekankan integrasi antara pengetahuan teori dan praktik. Peningkatan yang paling tinggi pada aspek perakitan sistem robotika dan konfigurasi motor driver menunjukkan bahwa pengalaman langsung (*hands-on*) memiliki peran penting dalam memperkuat pemahaman konsep teknis. Hal ini juga didukung oleh

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani

berbagai kajian yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek robotika mampu meningkatkan kemampuan problem solving dan keterampilan teknis siswa (Aderoba dkk., 2026; Coufal, 2022).

Interpretasi hasil menunjukkan bahwa keterbatasan awal peserta dalam memahami teknologi robotika dapat diatasi melalui pelatihan yang terstruktur dan aplikatif. Peningkatan signifikan pada seluruh indikator menandakan bahwa metode yang digunakan efektif dalam menjawab permasalahan mitra, khususnya dalam meningkatkan literasi digital dan kesiapan teknologi siswa. Selain itu, keberhasilan peserta dalam praktik menunjukkan bahwa penggunaan komponen elektronika yang sederhana namun relevan mampu menjadi media pembelajaran yang efektif dan mudah direplikasi di lingkungan sekolah. Rendahnya skor awal pada indikator perakitan sistem dan konfigurasi *motor driver* (18 dan 22 peserta) mengindikasikan adanya kesenjangan kompetensi fundamental yang perlu diperhatikan dalam desain pelatihan berikutnya.

Implikasi dari temuan ini adalah pentingnya penguatan pembelajaran berbasis teknologi robotika terapan di lingkungan pendidikan vokasi. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kompetensi siswa, tetapi juga memberikan contoh implementasi pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan industri. Kegiatan serupa ke depannya dapat dikembangkan dengan skala yang lebih luas, melibatkan lebih banyak peserta, serta mengintegrasikan proyek robotika yang lebih kompleks seperti robot line follower dengan kontrol PID atau integrasi computer vision. Dengan demikian, hasil kegiatan ini memberikan kontribusi nyata dalam mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi dan kesiapan sumber daya manusia dalam menghadapi tantangan era digital.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dapat disimpulkan bahwa pelatihan perakitan dan pemrograman robot line follower di SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung berhasil meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan literasi teknologi siswa secara signifikan. Hal ini ditunjukkan melalui peningkatan hasil pretest dan posttest pada seluruh indikator serta keberhasilan peserta dalam mengimplementasikan robot line follower secara mandiri. Metode pembelajaran yang menggabungkan ceramah, diskusi, dan praktik terbukti efektif dalam mendukung pendekatan berbasis STEM serta menjawab kebutuhan peningkatan kompetensi teknologi di pendidikan vokasi. Dengan demikian, kegiatan ini memberikan kontribusi nyata dalam mempersiapkan siswa agar lebih siap menghadapi tuntutan dunia industri dan perkembangan teknologi di era digital.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan apresiasi dan terima kasih kepada Program Studi Teknik Fisika Institut Teknologi Sumatera yang telah memberi dukungan financial terhadap pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak SMK Trisakti Jaya Bandar Lampung atas kerja sama dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian.

7. REFERENSI

Aderoba, O. A., Mpofu, K., & Swanepoel, J. A. (2026). Problem-Solving Skill Development in Learning Factories Through Collaborative Robotic Systems. *Lecture Notes in Networks and Systems*, *1545 LNNS*, 117–124. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98880-6_15/SAVE-RESEARCH

Coufal, P. (2022). Project-Based STEM Learning Using Educational Robotics as the Development of Student Problem-Solving Competence. *Mathematics 2022, Vol. 10, Page 4618*, *10*(23), 4618. https://doi.org/10.3390/MATH10234618

Huda, M., Haqiqi Sulasmoro, A., Humam, M., Febrian Sabanise, Y., & Harapan Bersama, P. (2025). PENINGKATAN KOMPETENSI TEKNOLOGI ROBOTIKA BAGI SISWA SMK MELALUI PELATIHAN

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani

PEMROGRAMAN ROBOT BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN OUTSEAL STUDIO. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, *9*(3), 2590–2597. https://doi.org/10.31764/jmm.v9i3.31001

Ika Sari, G., Winasis, S., Pratiwi, I., Wildan Nuryanto, U., & Basrowi. (2024). Strengthening digital literacy in Indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education. *Social Sciences & Humanities Open*, *10*, 101100. https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2024.101100

Jaya, D. J., Ernawati, E., Triyono, M. B., Sudira, P., & Raharjo, N. E. (2025). PELUANG DAN TANTANGAN PENDIDIKAN VOKASIONAL MENGHADAPI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0. *Journal of Vocational and Technical Education (JVTE)*, *7*(1), 39–48. https://doi.org/10.26740/JVTE.V7N1.P39-48

Maulan, A. M., Laksyah, G., Saputra, D., Syahputra, R. B., Muhammad, S., Hidayat, R., & Prastyo, Y. (2025). Pengaruh Sistem Otomasi Robotik Terhadap Proses Produksi Mencakup Efisiensi Biaya, Waktu, Dan Kualitas Produk Menggunakan Metode Analisis Data Statistik. *GLOBAL: Jurnal Lentera BITEP*, *3*(01), 8–16. https://doi.org/10.59422/GLOBAL.V3I01.720

Rahayu, S., Muhibbin, A., & Sumardi, S. (2025). Evaluasi Relevansi Kurikulum Merdeka: Studi Kasus Kesenjangan antara Kompetensi Lulusan SMK dengan Tuntutan Industri. *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, *4*(4), 2640–2648. https://doi.org/10.38035/JIM.V4I4.1405

Ritonga, A. A., & Hasibuan, E. R. (2025). Eksplorasi Masa Depan Robotika: Integrasi Kecerdasan Buatan dalam Sistem Automasi Adaptif Berbasis Lingkungan. *Journal Computer Science and Information Technology(JCoInT)*, *6*(1), 387–393. https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JCoInT/article/view/7831/5028

Sari, R., Basyar, A. K. Al, Rahman, A., & Wardoyo, S. (2024). Peran Pendidikan Vokasi dalam Meningkatkan Keterampilan Kerja di Era Industri 4.0. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, *6*(6), 6853–6862. https://doi.org/10.31004/EDUKATIF.V6I6.7849

Sujito, S., Sendari, S., Elmunsyah, H., Jiono, M., Santika Agustin, R., & Tahfidlul Azmi, M. (2022). Pengembangan trainer robot line follower dan revitalisasi pembelajaran abad 21 menuju era society 5.0 di SMK Negeri 1 Kras Kediri. *Unri Conference Series: Community Engagement*, *3*, 680–683. https://doi.org/10.31258/unricsce.3.680-683

Taqwa, M. R. A., Ardiansyah, A. A., & Nurhidayat, M. A. (2020). STEM on Science Learning in Indonesia: An Opportunity and A Challenge. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, *3*(3), 160–170. https://doi.org/10.23887/IJERR.V3I3.27660

Wang, J., & Fan, W. (2025). The Effectiveness of Technology-Supported Learning in Improving Students' Digital Literacy—A Meta-Analysis of 56 Experimental and Quasi-Experimental Studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, *41*(6), e70137. https://doi.org/10.1111/JCAL.70137;PAGEGROUP:STRING:PUBLICATION

https://yptb.org/index.php/abdicurio | Copyright©2026: Hesti Wahyu Handani, Sefrani IG Siregar, Al Barra Harahap, Vera Khoirunisa, Christio Revano Mege, & Ferizandi Qauzar Gani