



Implementasi Teknologi Robotika *Line Follower* Berbasis Arduino untuk Pembelajaran Praktik Otomasi di SMK Negeri 1 Kaliwungu

Muhammad Hassan Massaty^{1*}, Slamet Kurniawan Fahrurrozi¹, Cucuk Wawan Budiyanto²

¹Teknologi Informasi, Politeknik Nest, Indonesia, ²Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Dec 16, 2024

1st Revision : Jan 2, 2025

Accepted : Jan 8, 2025

Available Online : Feb 9, 2025

Keywords:

arduino;
line follower;
otomasi;
pendidikan kejuruan;
project based learning;
SMK Negeri 1 Kaliwungu;
teknologi robotika

ABSTRACT

The application of Arduino-based robotics technology in vocational education has received significant attention as a practical learning method, especially in fostering automation skills. This community service program is directed at the creation and implementation of a line follower robot as a means of practical learning at SMK Negeri 1 Kaliwungu, especially in supporting education in the field of automotive engineering. This project introduces students to the basic concepts of automation through hands-on experience in microcontroller programming, sensor integration, and electronic circuit design using the Arduino platform. This activity uses a project-based learning method, where students actively participate in the design, construction, and testing process of the line follower robot. This method aims to bridge theoretical knowledge and practical applications, equipping students with skills that are in line with industry demands. The implementation is carried out in a structured learning environment supported by adequate facilities and modern tools to simulate real-world scenarios. The results of the practice show that students show significant improvements in their understanding of automation systems, problem-solving abilities, and technical skills relevant to robotics and automotive applications. Furthermore, the project-based approach encourages collaborative teamwork and independent learning, preparing students to face the challenges of a rapidly evolving technological landscape. This service highlights the potential of integrating Arduino-based robotics into vocational school curricula as a medium to enhance practical skills and technological literacy. It also provides a replicable framework for other institutions looking to incorporate automation technology into their educational programs.

ABSTRAK

Penerapan teknologi robotika berbasis Arduino dalam pendidikan kejuruan telah mendapat perhatian yang signifikan sebagai metode pembelajaran praktis, terutama dalam membina keterampilan otomasi. Program pengabdian ini diarahkan pada pembuatan dan implementasi robot pengikut garis sebagai sarana pembelajaran praktis di SMK Negeri 1 Kaliwungu, khususnya dalam mendukung pendidikan di bidang teknik otomotif. Proyek ini memperkenalkan siswa pada konsep dasar otomasi melalui pengalaman langsung dalam pemrograman mikrokontroler, integrasi sensor, dan desain sirkuit elektronik menggunakan platform Arduino. Kegiatan ini menggunakan metode pembelajaran berbasis proyek, di mana siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses desain, konstruksi, dan pengujian robot pengikut garis. Metode ini bertujuan untuk menjembatani pengetahuan teoritis dan aplikasi praktis, membekali siswa dengan keterampilan yang sejalan dengan tuntutan industri. Implementasi dilakukan dalam lingkungan belajar terstruktur

*Corresponding Author

Email address:

muhammadhassan@politekniknest.ac.id

yang didukung oleh fasilitas yang memadai dan alat-alat modern untuk mensimulasikan skenario dunia nyata. Hasil praktek menunjukkan bahwa siswa menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman mereka tentang sistem otomasi, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan teknis yang relevan dengan aplikasi robotika dan otomotif. Lebih jauh lagi, pendekatan berbasis proyek mendorong kerja sama tim yang kolaboratif dan pembelajaran mandiri, mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan lanskap teknologi yang berkembang pesat. Pengabdian ini menyoroti potensi pengintegrasian robotika berbasis Arduino ke dalam kurikulum sekolah kejuruan sebagai media untuk meningkatkan keterampilan praktis dan literasi teknologi. Pengabdian ini juga menyediakan kerangka kerja yang dapat direplikasi bagi lembaga lain yang ingin memasukkan teknologi otomasi ke dalam program pendidikan mereka. Hasil praktek menunjukkan bahwa siswa menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman mereka tentang sistem otomasi, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan teknis yang relevan dengan aplikasi robotika dan otomotif. Lebih jauh lagi, pendekatan berbasis proyek mendorong kerja sama tim yang kolaboratif dan pembelajaran mandiri, mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan lanskap teknologi yang berkembang pesat. Pengabdian ini menyoroti potensi pengintegrasian robotika berbasis Arduino ke dalam kurikulum sekolah kejuruan sebagai media untuk meningkatkan keterampilan praktis dan literasi teknologi. Pengabdian ini juga menyediakan kerangka kerja yang dapat direplikasi bagi lembaga lain yang ingin memasukkan teknologi otomasi ke dalam program pendidikan mereka.

[Dedikasi: Community Service Reports](#) by UNS is licensed under Creative Commons Attribution



1. LATAR BELAKANG

Dalam Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Penilaian Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 024/H/KR/2022, pendidikan kejuruan ditekankan pada pengembangan keterampilan teknis siswa yang relevan dengan kebutuhan industri. Pendidikan kejuruan berperan penting dalam membekali siswa dengan kompetensi teknis dan adaptabilitas yang sesuai dengan transformasi industri global (Anggraini *et al.*, 2024; Nurdina *et al.*, 2019). Salah satu bidang strategis dalam program kejuruan adalah teknologi otomasi, yang menjadi inti dari inovasi modern, terutama di sektor otomotif. Teknologi otomasi telah terbukti meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai industri, termasuk dalam pengembangan kendaraan cerdas dan sistem kendali otomatis (Fauzi *et al.*, 2023). Penerapan teknologi otomasi dalam pendidikan kejuruan, khususnya di bidang otomotif, relevan untuk mempersiapkan siswa menghadapi kebutuhan industri 4.0, yang mengutamakan pemanfaatan sistem otomatis, kecerdasan buatan, dan Internet of Things (IoT) dalam operasionalnya (Lee *et al.*, 2022; Rahmat & Muljono, 2024). Dengan mengintegrasikan keterampilan otomasi ke dalam kurikulum, siswa dapat lebih siap untuk berkontribusi di lingkungan kerja yang terus berubah dan menuntut kompetensi teknologi yang tinggi.

Pembelajaran berbasis proyek telah banyak diadopsi dalam pendidikan kejuruan untuk mendukung penguasaan teknologi otomasi. Salah satu implementasi inovatif dalam pembelajaran ini adalah penerapan robotika berbasis mikrokontroler Arduino melalui proyek pembuatan *line follower* robot (Muhammad, 2018; Sukamta *et al.*, 2024). Robot ini dirancang untuk mengikuti jalur secara mandiri dengan memanfaatkan sensor, mikrokontroler, dan motor sebagai sistem kendalinya. Melalui

pendekatan ini, siswa tidak hanya mempelajari dasar-dasar elektronika dan pemrograman, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta pemecahan masalah secara sistematis. Model pembelajaran ini telah terbukti efektif dalam membangun keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan industri dan era otomasi (Ghufron, 2018; Muhammad, 2018; Rahargo & Jannah, 2020). Proyek robotika berbasis Arduino terbukti mampu meningkatkan keterampilan teknis siswa dalam bidang otomasi dan pemrograman, sekaligus mendukung pengembangan kemampuan kerja tim dan komunikasi (Lee *et al.*, 2022). Mikrokontroler Arduino dipilih sebagai platform pembelajaran karena sifatnya yang fleksibel, mudah digunakan, dan terjangkau. Lingkungan pemrograman Arduino yang ramah pengguna memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep pemrograman dan integrasi perangkat keras dengan cara yang langsung dan aplikatif. Sebagai platform terbuka, Arduino juga memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan solusi kreatif yang dapat diterapkan di dunia nyata, termasuk dalam pengembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) di sektor otomotif dan pertanian (Setiadi & Muhaemin, 2018; Tanto & Darmuji, 2020).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis robotika memiliki manfaat signifikan dalam meningkatkan keterlibatan siswa. Pendekatan ini, yang bersifat visual dan interaktif, terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar sekaligus mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep yang kompleks (Alimuddin *et al.*, 2023). Pembelajaran berbasis proyek dapat memicu kreativitas, inovasi, dan penguasaan teknologi secara mendalam, sehingga membuat pembelajaran lebih relevan dengan kebutuhan industri modern (Martínez-Cardama & Caridad-Sebastián, 2019).

Meskipun demikian, implementasi teknologi robotika di sekolah kejuruan menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan anggaran untuk pengadaan peralatan dan kebutuhan pelatihan guru yang memadai. Dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah dan industri, sangat diperlukan untuk memastikan keberlanjutan dan keberhasilan pembelajaran berbasis teknologi ini (Apatya *et al.*, 2023).

Dalam era Revolusi Industri 4.0, penguasaan teknologi otomasi telah menjadi salah satu keterampilan esensial yang dibutuhkan di berbagai sektor industri (Morrar *et al.*, 2017). Oleh karena itu, pembelajaran robotika berbasis mikrokontroler Arduino di sekolah kejuruan merupakan langkah strategis untuk membekali siswa dengan kompetensi yang relevan dengan perkembangan teknologi (López-Rodríguez & Cuesta, 2016). Pendekatan ini tidak hanya menekankan pada penguasaan keterampilan teknis tetapi juga mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan global melalui integrasi teori dan praktik.

Dengan pendekatan yang inovatif ini, diharapkan pembelajaran berbasis robotika dapat menjadi model pembelajaran yang dapat direplikasi di sekolah kejuruan lain. Model ini tidak hanya meningkatkan kompetensi siswa tetapi juga memperkuat peran pendidikan kejuruan sebagai pilar utama dalam membangun sumber daya manusia yang unggul di era teknologi modern.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan jenjang pendidikan menengah yang berorientasi pada pengembangan keterampilan teknis dan praktis, terutama di bidang Teknologi dan Rekayasa. Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standar Pendidikan, Kurikulum, dan Penilaian Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 024/H/KR/2022, program keahlian Teknik Otomotif di SMK menekankan pada penguasaan teknologi otomasi yang relevan dengan sistem kendaraan modern. Keterampilan ini sangat penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi kebutuhan industri yang terus berkembang dalam era Revolusi Industri 4.0.

Salah satu pendekatan inovatif dalam pembelajaran otomasi di SMK adalah pengenalan robotika berbasis mikrokontroler Arduino. Proyek seperti *line follower* robot dirancang untuk memberikan siswa pengalaman praktis dalam merancang, merakit, dan memprogram robot yang mampu mengikuti

jalur secara otomatis. Dalam kegiatan ini, siswa mempelajari penggunaan sensor, desain rangkaian elektronik, pemrograman, dan integrasi perangkat keras (Jha & Dulal, 2016). Proses pembelajaran ini tidak hanya mengasah kemampuan teknis, tetapi juga meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, yang sangat relevan dengan teknologi kendaraan otomatis (Simanjuntak & Sudibjo, 2019).

Penggunaan platform Arduino memiliki banyak keunggulan dalam pendidikan robotika. Sebagai alat pembelajaran yang bersifat sumber terbuka, Arduino menawarkan fleksibilitas dalam integrasi perangkat keras dan kemudahan pemrograman. Lingkungan pemrogramannya yang intuitif memungkinkan siswa untuk memahami konsep dasar kontrol otomatisasi secara praktis dan langsung. Selain itu, Arduino dapat digunakan untuk simulasi berbagai teknologi yang diterapkan di sektor otomotif, seperti sistem kendali jarak jauh, pengendalian jelajah adaptif, dan pemrosesan sensor (Wang *et al.*, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek, seperti robotika, mendorong siswa untuk lebih aktif dalam memahami materi kompleks melalui penerapan langsung. Selain itu, proyek robotika seperti *line follower* robot tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis siswa tetapi juga membangun keterampilan kerja tim dan kreativitas. Pendekatan ini juga memberikan konteks nyata untuk belajar, menjadikan pembelajaran lebih relevan dengan kebutuhan industri (Mezoh, 2022; Simanjuntak & Sudibjo, 2019).

Pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning* atau PBL) menjadi landasan penting dalam pendidikan kejuruan. Metode ini dirancang untuk mengintegrasikan teori dengan pengalaman langsung melalui serangkaian tahapan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Dalam konteks proyek *line follower* robot, siswa dilibatkan dalam setiap tahap desain dan implementasi, yang mencerminkan tantangan teknis yang mereka hadapi di dunia kerja. PBL diketahui mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kemandirian siswa dalam menyelesaikan tugas teknis yang kompleks (Kocheva & Danalev, 2022).

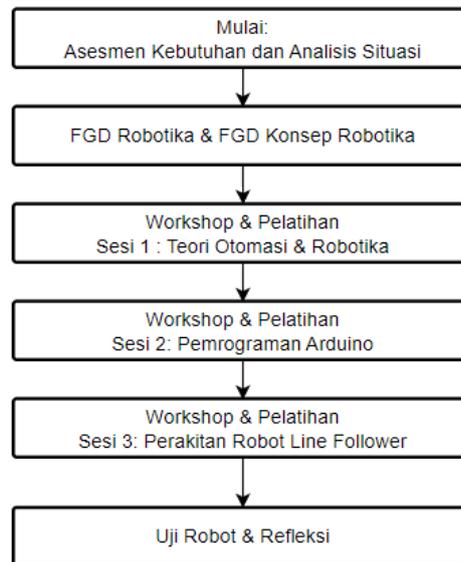
Namun, integrasi robotika di SMK menghadapi berbagai tantangan, termasuk kendala anggaran untuk pengadaan peralatan dan kebutuhan pelatihan guru yang memadai. Pentingnya pengembangan kurikulum yang terstruktur serta dukungan intensif bagi pendidik dalam menguasai teknologi robotika juga menjadi perhatian utama. (Husamah & in'am, 2024). Selain itu, kolaborasi dengan pemerintah dan industri diperlukan untuk menyediakan sumber daya yang memadai, seperti laboratorium robotika yang dilengkapi dengan perangkat keras modern.

Pendidikan robotika berbasis Arduino menjadi salah satu upaya strategis untuk menjembatani kesenjangan antara pendidikan kejuruan dan kebutuhan industri. Dengan fokus pada penguasaan teknologi otomasi dan digitalisasi, kurikulum robotika di SMK Negeri 1 Kaliwungu dirancang untuk membekali siswa dengan kompetensi yang relevan dalam menghadapi tantangan Industri 4.0. Proyek *line follower* robot berbasis Arduino tidak hanya membantu siswa memahami konsep teknologi otomotif, tetapi juga membuka peluang mereka untuk mengeksplorasi aplikasi yang lebih luas, seperti *Internet of Things* (IoT). Dengan pendekatan ini, siswa diharapkan dapat mengembangkan kemampuan inovatif dan adaptif yang sesuai dengan perkembangan teknologi masa depan (Screpanti *et al.*, 2021).

3. METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan menggunakan metode *workshop* dan pelatihan langsung yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa SMK bidang otomasi pada program studi teknik otomotif. Melalui metode ini, siswa diharapkan mampu memahami dan mengaplikasikan teknologi robotika berbasis Arduino secara langsung, sehingga memperoleh pengalaman nyata yang lebih mendalam. Studi terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik mampu meningkatkan keterampilan analitis dan pemecahan masalah siswa secara signifikan (Marín-Marín *et*

al., 2024). Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dirancang mengikuti alur yang diuraikan dalam *flowchart* seperti pada Gambar 1, dengan penjelasan detail pada masing-masing tahapan.



Gambar 1. Flowchart kegiatan pengabdian

Langkah awal dalam metode ini adalah melakukan asesmen kebutuhan dan analisis situasi di lapangan. Asesmen ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dasar siswa terhadap teknologi otomasi, mikrokontroler, dan pemrograman sederhana, sehingga materi yang diberikan dapat tepat sasaran. Selain itu, analisis ini juga meliputi fasilitas laboratorium yang dimiliki sekolah untuk memastikan alat dan bahan dapat mendukung kegiatan praktik secara optimal, serta menilai keterbatasan yang mungkin dihadapi sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat. Gambar 2 menunjukkan proses *FGD* dengan guru SMK yang dilakukan untuk mendiskusikan kebutuhan siswa, memetakan kondisi sarana pendukung, serta merancang strategi pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasan yang ada.



a) FGD Robotika



b) FGD Konsep Robotika

Gambar 2. FGD dengan guru SMK

Berdasarkan hasil asesmen, tim menyusun kurikulum pelatihan yang meliputi materi teori dasar dan langkah praktik yang sistematis. Modul dan bahan ajar yang disusun akan difokuskan pada teori mikrokontroler, aplikasi dasar teknologi robotika, pemrograman Arduino, serta perakitan dan pengujian robot. Metode ini juga menggunakan pendekatan *Project-Based Learning* (PBL) yang

menekankan keterlibatan aktif siswa dalam proyek nyata, sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan kolaboratif. Dalam konteks ini, proyek robot pengikut garis berbasis Arduino dipilih sebagai model pembelajaran utama, karena teknologi ini tidak hanya mudah dipahami oleh siswa pemula, tetapi juga relevan untuk mengenalkan mereka pada konsep otomasi yang dapat diterapkan di industri otomotif.



Gambar 3. Gambaran umum pengelompokan siswa

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dalam beberapa tahap yang terstruktur, sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang efektif bagi siswa. Pada tahap persiapan, dilakukan koordinasi dengan pihak sekolah untuk memastikan partisipasi siswa yang optimal serta kesiapan sarana pendukung seperti laboratorium dan peralatan. Selain itu, tim pengabdian kepada masyarakat akan melakukan pengadaan alat dan bahan, meliputi *kit* Arduino, sensor, motor, dan komponen pendukung lainnya, serta menyiapkan modul cetak agar siswa dapat mempelajari materi secara mandiri.

Selanjutnya, pelaksanaan *workshop* dan pelatihan dibagi menjadi beberapa sesi intensif. Pada Sesi 1, siswa diberikan pengetahuan dasar tentang otomasi dan robotika, termasuk berbagai teknologi dan aplikasi di sektor otomotif yang saat ini banyak menggunakan sistem otomatis. Hal ini membantu siswa memahami relevansi dan manfaat dari penguasaan teknologi ini. Gambar 3 menunjukkan gambaran umum pengelompokan siswa berdasarkan minat dan kemampuan awal mereka. Pengelompokan ini bertujuan untuk memastikan setiap siswa mendapatkan perhatian yang sesuai, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif. Pada Sesi 2, siswa diperkenalkan dengan pemrograman Arduino dasar melalui praktik *coding* sederhana, seperti pengaturan input dan output komponen pada Arduino. Sesi 3 mengajarkan siswa cara merakit komponen untuk membangun robot *line follower*, mulai dari menghubungkan sensor inframerah untuk mendeteksi garis, penggerak motor, hingga mikrokontroler Arduino yang berfungsi sebagai pusat kendali. Siswa menguji robot yang telah dirakitnya untuk memastikan robot dapat mengikuti jalur yang ditentukan, dan melakukan penyesuaian jika diperlukan. Gambar 4 menggambarkan kegiatan praktik siswa selama sesi pelatihan, mulai dari perakitan komponen hingga pengujian robot *line follower*. Dokumentasi ini menunjukkan antusiasme siswa dalam menyelesaikan setiap tahapan kegiatan secara mandiri maupun dalam kelompok. Proses ini melibatkan analisis dan pengambilan keputusan/refleksi terhadap pembelajaran, sehingga siswa mampu berpikir kritis dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang mungkin terjadi selama pengujian. Gambar 5 menunjukkan hasil akhir yang dicapai oleh siswa, berupa robot *line follower* yang berfungsi dengan baik sesuai jalur yang ditentukan. Dokumentasi ini mencerminkan keberhasilan pelatihan sekaligus menjadi motivasi bagi siswa untuk terus berinovasi.



Gambar 4. Kegiatan praktik siswa

Untuk memastikan keberlanjutan program, tindak lanjut dirancang agar siswa yang memiliki minat lebih lanjut dapat mengembangkan proyeknya secara mandiri atau berkolaborasi dengan teman-temannya. Tim pelaksana akan memberikan arahan dan saran untuk proyek lanjutan seperti memperkenalkan variasi algoritma atau menambahkan fitur lain pada robot, sehingga siswa dapat terus mengembangkan pengetahuannya. Selain itu, kerja sama jangka panjang antara sekolah dan universitas akan dibina, dengan harapan dapat membuka peluang untuk program pelatihan berkelanjutan atau melaksanakan proyek yang lebih kompleks di masa mendatang. Dokumentasi lengkap kegiatan ini, termasuk hasil evaluasi, akan diserahkan ke sekolah sebagai acuan untuk mengembangkan kurikulum berbasis praktik di bidang otomasi. Hal ini diharapkan dapat mendorong sekolah untuk terus mengembangkan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan industri, sehingga lulusan sekolah kejuruan semakin siap memasuki dunia kerja.



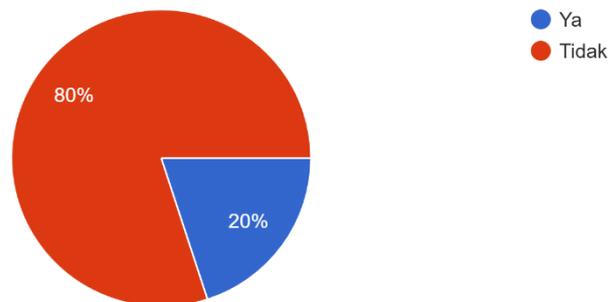
Gambar 5. Hasil akhir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat bidang otomasi robotika berbasis Arduino di SMK ini menghasilkan berbagai temuan positif yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan teknis dan pemahaman siswa terhadap teknologi otomasi. Pada sesi pertama dan kedua, hasil asesmen awal menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki keterbatasan pengetahuan dasar dalam pemrograman dan sistem robotika. Namun, setelah dilakukan pelatihan intensif yang meliputi teori dan praktik langsung, hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa dalam memahami komponen dasar seperti sensor, motor, dan mikrokontroler, serta fungsinya dalam merakit dan memprogram robot sederhana.

Apakah Anda pernah belajar tentang konsep dasar robotika sebelumnya? (Ya/Tidak)

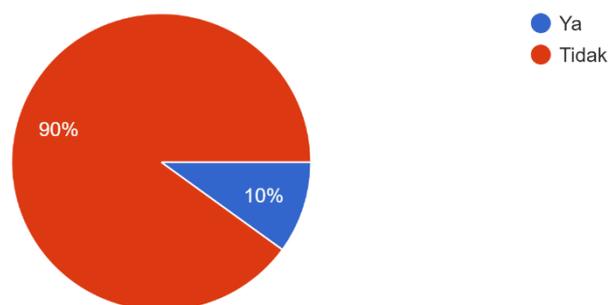
30 jawaban



Gambar 5. Presentase pre test pengetahuan siswa tentang robotika

Apakah Anda mengetahui apa itu sensor dalam robotika? (Ya/Tidak)

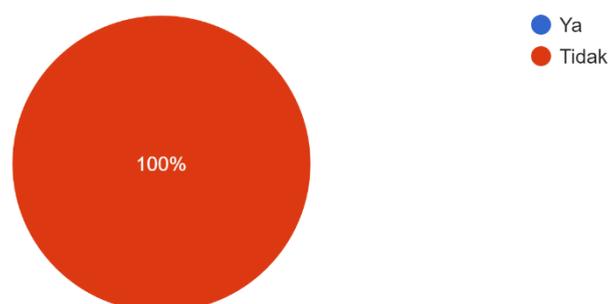
30 jawaban



Gambar 6. Presentase pre test pengetahuan siswa tentang sensor

Apakah Anda pernah menulis kode pemrograman untuk mengontrol perangkat keras? (Ya/Tidak)

30 jawaban



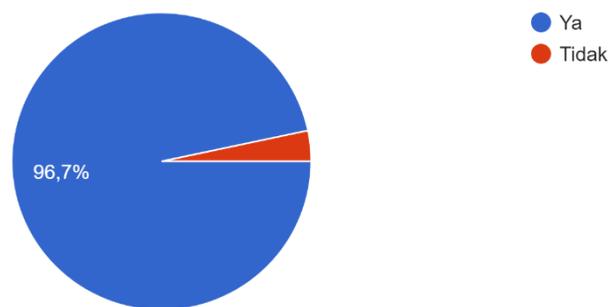
Gambar 7. Presentase pre test pengetahuan siswa tentang pemrograman robotik

Setelah mengikuti sesi pelatihan pemrograman Arduino, siswa mampu menulis kode-kode sederhana yang berfungsi untuk mengendalikan komponen-komponen robot, hal ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan pemrograman. Hal ini dapat dilihat dari hasil observasi dan tes akhir, dimana seluruh siswa mampu memodifikasi kode dengan benar untuk mengatur sensor inframerah dan motor pada robot. Penguasaan dasar ini penting dalam membangun keterampilan teknis yang menunjang pemahaman lebih lanjut di bidang otomasi industri.

Tahap perakitan dan pengujian robot line follower juga menunjukkan hasil yang positif. Sebagian besar siswa berhasil merakit robot yang dapat mengikuti garis, meskipun beberapa kelompok mengalami kendala teknis, seperti sensitivitas sensor yang perlu disesuaikan agar robot dapat bergerak mengikuti lintasan. Diskusi dan analisis yang dilakukan pada sesi ini menunjukkan adanya perkembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah pada siswa, yang mereka terapkan dalam mengidentifikasi penyebab masalah dan menemukan solusinya. Hasilnya, semua robot yang dirakit oleh siswa berhasil mengikuti lintasan dengan stabil setelah beberapa kali uji coba dan penyesuaian.

Apakah Anda dapat menyebutkan komponen utama dalam robot line follower? (Ya/Tidak)

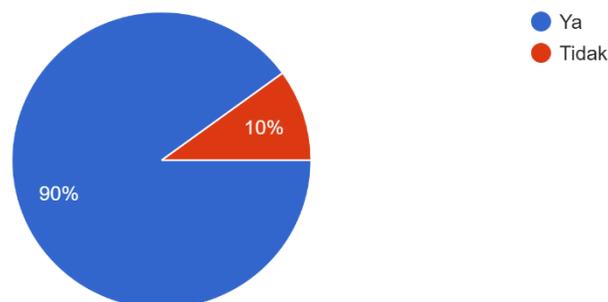
30 jawaban



Gambar 8. Presentase post test pengetahuan robotik setelah pelatihan

Apakah Anda mampu menulis kode pemrograman untuk menggerakkan robot? (Ya/Tidak)

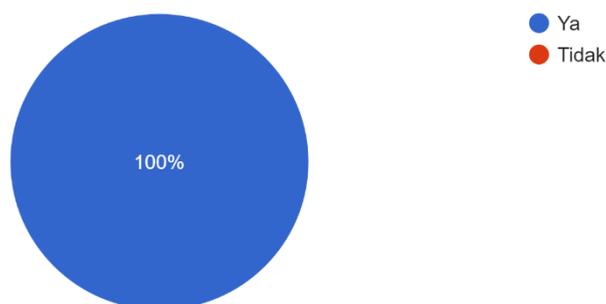
30 jawaban



Gambar 9. Presentase post test pengetahuan pemrograman arduino setelah pelatihan

Apakah Anda merasa lebih percaya diri dalam merakit dan memprogram robot setelah pelatihan ini? (Ya/Tidak)

30 jawaban



Gambar 10. Presentase post test tingkat kepercayaan diri tentang robotik

Dari segi partisipasi, kehadiran dan keterlibatan siswa dalam kegiatan ini cukup tinggi. Antusiasme tersebut tercermin dari respon positif terhadap pendekatan *Project-Based Learning* (PBL), di mana siswa merasa lebih tertarik untuk belajar melalui praktik langsung daripada hanya teori. Beberapa siswa bahkan menyatakan minatnya untuk melanjutkan proyek dengan variasi algoritma yang lebih kompleks atau menambahkan sensor tambahan untuk mengembangkan robot yang lebih canggih. Hal ini menunjukkan bahwa metode PBL yang diterapkan berhasil menumbuhkan motivasi belajar mandiri dan minat terhadap pengembangan teknologi robotika.

Keberlanjutan kegiatan ini tercermin dari tindak lanjut berupa bimbingan yang diberikan kepada siswa untuk proyek selanjutnya. Pihak sekolah juga mulai mempertimbangkan untuk mengintegrasikan materi ini ke dalam kurikulum berbasis praktik untuk mata pelajaran kejuruan yang relevan. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan tidak hanya berhasil meningkatkan keterampilan teknis siswa, tetapi juga berkontribusi dalam mendorong pengembangan kurikulum berbasis praktik di sekolah kejuruan, sehingga mendukung kesiapan siswa dalam menghadapi dunia kerja di sektor otomasi.

5. KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat dengan penerapan teknologi robotika berbasis Arduino sebagai media pembelajaran praktik otomasi di SMK telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan keterampilan teknis siswa dalam bidang otomasi dan pemrograman dasar. Melalui pendekatan workshop dan pelatihan berbasis *Project Based Learning* (PBL), siswa memperoleh pemahaman yang mendalam tentang konsep otomasi, dasar-dasar robotika, serta pengembangan keterampilan dalam merakit dan memprogram robot *line follower*.

Hasil asesmen dan evaluasi menunjukkan bahwa setelah mengikuti pelatihan, siswa mampu mengenali dan mengoperasikan berbagai komponen elektronika dan mekanik, seperti sensor inframerah dan motor penggerak, yang merupakan bagian integral dari sistem otomasi. Kemampuan siswa dalam menulis dan memodifikasi kode pemrograman untuk mengendalikan komponen robot juga meningkat secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa metode praktik langsung yang diterapkan telah berhasil memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep pemrograman dan otomasi yang sebelumnya kurang dipahami.

Selain meningkatkan keterampilan teknis, kegiatan ini juga menunjukkan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah siswa. Saat menghadapi tantangan dalam proses perakitan dan pengujian robot, siswa terlibat aktif dalam mengidentifikasi sumber masalah dan menemukan solusi yang tepat. Hal ini menumbuhkan rasa percaya diri dan keterampilan kolaboratif, yang merupakan keterampilan penting di tempat kerja, terutama di sektor otomotif dan manufaktur yang banyak memanfaatkan teknologi otomasi.

Dampak jangka panjang dari program ini juga terlihat dari minat siswa untuk mengembangkan proyek lebih lanjut secara mandiri. Dalam diskusi lanjutan, beberapa siswa menyatakan minat untuk mencoba variasi algoritma atau menambahkan sensor lain ke robot, yang menunjukkan bahwa mereka tidak hanya memahami konsep dasar tetapi juga termotivasi untuk terus mengembangkan keterampilan mereka.

Program ini telah membuka peluang bagi sekolah untuk mengembangkan kurikulum berbasis praktik di bidang otomasi dan robotika, sehingga dapat menghasilkan lulusan yang lebih siap menghadapi tuntutan dunia industri. Selain itu, keberlanjutan program juga diharapkan dapat terwujud melalui kerja sama antara sekolah dan universitas, yang akan memungkinkan pengembangan kegiatan pelatihan yang berkelanjutan dan penyediaan fasilitas yang lebih memadai di masa mendatang.

Secara keseluruhan, pengabdian masyarakat ini telah memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan kualitas pendidikan vokasi di sekolah kejuruan. Dengan membekali siswa dengan keterampilan praktis yang relevan dan meningkatkan daya saing mereka di pasar kerja, program ini telah membuktikan efektivitas pendekatan berbasis praktik dalam membangun kompetensi otomasi yang dibutuhkan oleh industri modern.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada SMK N 1 Kaliwungu, khususnya siswa kelas XI Teknik Komputer dan Jaringan serta Teknik Otomotif atas partisipasi aktifnya, serta kepada Bapak Stephanus Fajar Pamungkas, S.Pd., M.Pd., Bapak Dody Indrajati, S.T., dan Ibu Hery Ridawati, S.Pd., M.Pd. atas dukungan dan bimbingannya. Terima kasih juga kepada Politeknik Nest dan LPPM Politeknik Nest atas fasilitasi dan kontribusinya, serta semua pihak yang mendukung kelancaran kegiatan ini.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Alimuddin, A., Juntak, J. N. S., Jusnita, R. A. E., Murniawaty, I., & Wono, H. Y. (2023). Teknologi dalam pendidikan: Membantu siswa beradaptasi dengan revolusi industri 4.0. *Journal on Education*, 5(4), 1177–11790.
- Anggraini, N., Gituati, N., & Bentri, A. (2024). Analisis pengembangan kurikulum SMK Negeri 1 Enam Lingkung. *Ekasakti Jurnal Penelitian dan Pengabdian*, 4(1), 84–101.
- Apatya, Y. A., Pradipta, A., Wagyantoro, M., & Panuntun, R. (2023). Pelatihan guna pemenuhan kompetensi dasar industrial robot di SMK Ananda Mitra Industri. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*. <https://doi.org/10.30591/japhb.v6i3.4581>
- Fauzi, A. A., Kom, S., Kom, M., Budi Harto, S., Mm, P., Mulyanto, M., & Kom, S. (2023). Pemanfaatan teknologi informasi di berbagai sektor pada masa Society 5.0. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ghufron, G. (2018). Revolusi industri 4.0: Tantangan, peluang, dan solusi bagi dunia pendidikan. *Seminar Nasional dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat 2018*.
- Husamah, H., & In'am, A. (2024). Inovasi pembelajaran dan pendidikan teknologi untuk peningkatan kualitas pendidikan.
- Jha, S. K., & Dulal, S. (2016). Line following robot. *Disertasi, Kathmandu University*.

- Kocheva, V., & Danalev, D. (2022). Project-based learning: Strategy for professional competence development in higher education. *Science, Engineering and Education*, 5, 27–40. <https://doi.org/10.59957/see.v5.i1.2020.6>
- Lee, K., Romzi, P., Hanaysha, J., Alzoubi, H., & Alshurideh, M. (2022). Investigating the impact of benefits and challenges of IoT adoption on supply chain performance and organizational performance: An empirical study in Malaysia. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(2), 537–550. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2021.11.009>
- López-Rodríguez, F. M., & Cuesta, F. (2016). Andruino-a1: Low-cost educational mobile robot based on Android and Arduino. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 81(1), 63–76. <https://doi.org/10.1007/s10846-015-0227-x>
- Marín-Marín, J.-A., García-Tudela, P. A., & Duo-Terrón, P. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, 10(8), e29177. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Martínez-Cardama, S., & Caridad-Sebastián, M. (2019). Social media and new visual literacies: Proposal based on an innovative teaching project. *Education for Information*, 35(3), 337–352. <https://doi.org/10.3233/EFI-180214>
- Mezoh, P. (2022). The place of educational robotics in learner's computational thinking: A qualitative study. *The North American Review*, 4, 196–204. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5750498>
- Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology Innovation Management Review*, 7(11), 12–20. <https://doi.org/10.22215/timreview/1117>
- Muhammad, Y. (2018). Era industri 4.0: Tantangan dan peluang perkembangan pendidikan kejuruan Indonesia.
- Nurdina, H., Martono, T., & Sangka, K. B. (2019). Tantangan dan peluang sekolah menengah kejuruan melalui pendidikan kewirausahaan dalam menghadapi era digital. *Surya Edunomics*, 3(1), 22–34.
- Rahargo, U. P., & Jannah, L. M. (2020). Tantangan dalam pengembangan program pelatihan balai diklat industri di era revolusi industri 4.0. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*, 11(2), 1–9. <https://doi.org/10.23969/kebijakan.v11i2.2894>
- Rahmat, B., & Muljono, M. (2024). *Pemrograman Internet of Things (IoT) dengan Arduino dan Python Jilid 1*.
- Screpanti, L., Miotti, B., & Monteriù, A. (2021). Robotics in education: A smart and innovative approach to the challenges of the 21st century. Dalam *Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments: Research and Experiences from FabLearn Italy 2019, in the Italian Schools and Beyond* (hlm. 17–26). Springer International Publishing Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_3
- Setiadi, D., & Muhaemin, M. N. A. (2018). Penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95–102. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2018.3.2.108>
- Simanjuntak, M. F., & Sudibjo, N. (2019). Meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan memecahkan masalah siswa melalui pembelajaran berbasis masalah. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 2(2), 108–118. <https://doi.org/10.19166/johme.v2i2.1331>
- Sukamta, S., Arief, U. M., Sukrina, N. F., Pratama, M. H. P., Nadia, A. K., Tunnisa, S., & Septariza, D. A. (2024). Pembelajaran praktikum berbasis robot line follower untuk meningkatkan minat dan motivasi siswa SMKN 1 Semarang. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 6(1), 1013–1019.
- Tanto, T., & Darmuji, D. (2020). Penerapan Internet of Things (IoT) pada alat monitoring energi listrik. *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 45–51. <https://doi.org/10.37338/e.v1i1.99>
- Wang, Z., Wu, Y., & Niu, Q. (2019). Multi-sensor fusion in automated driving: A survey. *IEEE Access*, 8, 2847–2868. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2962554>