

Pelatihan Robot Transporter Bagi Siswa SMK: Meningkatkan Keterampilan Teknik dan Inovasi Era Industri 4.0

^{1*}Ahmad Risal, ²Sutarsi Suhaeb, ³Ridwansyah, ⁴Sulistiawaty ⁵Andi Syamsul Bahri Albar,

¹²³⁴⁵Universitas Negeri Makassar, Jl. A.P. Pettarani Makassar

Email: ahmadrisal@unm.ac.id¹, sutarsi.suhabe@unm.ac.id², ridwansyah@unm.ac.id³,
sulistiawaty@unm.ac.id⁴, andisyamsul47@gmail.com⁵,

ABSTRAK

Date:

Received : 18 Januari 2025

Accepted : 15 Februari 2025

Published : 24 Februari 2025

Corresponding author:

ahmadrisal@unm.ac.id

Pelatihan robot transporter ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman siswa SMK dalam bidang otomasi dan embedded systems, sekaligus mempersiapkan mereka menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Kegiatan ini dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut di SMKN 10 Makassar dengan pendekatan project-based learning yang meliputi penyampaian materi teori dasar, workshop perakitan dan pemrograman robot berbasis mikrokontroler ESP32, serta kompetisi antar kelompok untuk menyelesaikan misi pengangkutan objek secara otomatis. Seluruh kelompok berhasil merakit dan mengendalikan robot menggunakan aplikasi mobile yang dikembangkan dengan block programming berbasis Kodular. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan teknis, kreativitas, dan kerja sama tim siswa. Selain itu, pelatihan ini memberikan dampak positif berupa meningkatnya motivasi belajar dan kemampuan problem solving yang aplikatif dalam konteks dunia industri. Kegiatan ini juga melibatkan mahasiswa MBKM dan komunitas Robotron UNM, yang turut menciptakan ekosistem pembelajaran kolaboratif dan suportif. Dengan demikian, pelatihan ini menjadi langkah strategis dalam penguatan pendidikan vokasi yang relevan, inovatif, dan mampu menjawab kebutuhan pengembangan sumber daya manusia di era digital.

Kata Kunci: Aplikasi Mobile, Mikrokontroler, PBL, Pendidikan Vokasi, Robot Transporter.

ABSTRACT

This robot transporter training aimed to enhance the technical skills and understanding of vocational high school students in automation and embedded systems, while preparing them to face the challenges of Industry 4.0. The activity was conducted over three consecutive days at SMKN 10 Makassar using a project-based learning approach, which included theoretical lectures, hands-on workshops on assembling and programming robots based on the ESP32 microcontroller, and group competitions to complete automated object transportation missions. All groups successfully built and controlled their robots using mobile applications developed with block programming via Kodular. The training outcomes showed significant improvements in students' technical abilities, creativity, and teamwork. Furthermore, the program positively impacted students' learning motivation and problem-solving skills applicable in industrial contexts. The involvement of MBKM students and the Robotron UNM community helped foster a collaborative and supportive learning ecosystem. Therefore, this training represents a strategic step in strengthening vocational education that is relevant, innovative, and capable of addressing the human resource development needs in the digital era.

Keywords: Mobile Application, Microcontroller, PBL, Vocational Education, Robot Transporter,

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mempengaruhi hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk cara manusia bekerja, belajar, dan berinteraksi. Dalam konteks industri, transformasi digital yang ditandai dengan kemunculan Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan fundamental dalam sistem produksi dan otomasi. Revolusi ini mendorong integrasi antara dunia fisik dan digital melalui pemanfaatan cyber-physical systems, Internet of Things (IoT), big data, dan artificial intelligence (AI) (Jaya et al., 2024). Untuk merespons perubahan tersebut, sektor pendidikan dituntut untuk menyesuaikan diri dengan memberikan pembelajaran yang lebih kontekstual, aplikatif, dan berbasis pada kebutuhan industri masa kini. (Hendra & Risal, 2019; Risal, Sidik, et al., 2024; Sidik et al., 2024; Wahyuni et al., 2022)

Pendidikan vokasi, khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), memiliki peran strategis dalam menyiapkan lulusan yang kompeten dan siap pakai di dunia kerja (Risal, Mustamin, et al., 2024). Salah satu tantangan utama dalam pendidikan vokasi di Indonesia adalah bagaimana menciptakan proses pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga menekankan pada keterampilan teknis (hands-on skills), pemecahan masalah, dan inovasi. Untuk mencapai hal tersebut, dibutuhkan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dan praktik langsung di lapangan yang memungkinkan siswa mengalami sendiri proses perancangan, perakitan, dan pengujian suatu sistem atau teknologi.

Salah satu bidang yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam pembelajaran vokasi adalah robotika. Robotika merupakan bidang multidisiplin yang mengintegrasikan elektronika, mekanika, pemrograman, serta kecerdasan buatan (Adrianto, 2015; Ahmad & Hasan, 2021; Fauzan et al., 2022; Nugraha & Wahyudi, 2021; Rahman et al., 2021; Ramdani & Fathurahman, 2021; Rizky & Wibisono, 2022; Suryaningsih et al., 2017). Pengenalan robotika sejak dini tidak hanya memberikan pemahaman tentang teknologi otomasi, tetapi juga menumbuhkan minat siswa terhadap sains dan teknologi, serta membentuk pola pikir logis dan sistematis. Salah satu bentuk aplikasi robotika yang relevan dengan kebutuhan industri adalah robot transporter, yakni robot yang dirancang untuk memindahkan objek dari satu titik ke titik lainnya secara otomatis. Konsep ini sejalan dengan teknologi otomasi logistik yang telah diterapkan di berbagai sektor industri modern, termasuk manufaktur, pergudangan, dan layanan distribusi. (Kadir, 2025; Marta Dinata, 2015; Suhaeb & Risal, 2024)

Namun demikian, implementasi pembelajaran robotika di sekolah-sekolah kejuruan masih menghadapi berbagai kendala. Di antaranya adalah keterbatasan sarana dan prasarana, kurangnya pelatihan teknis bagi guru, serta minimnya kolaborasi antara pihak sekolah dengan lembaga pendidikan tinggi. Selain itu, siswa sering kali hanya memperoleh pembelajaran secara teoritis, tanpa mendapatkan pengalaman langsung dalam merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis teknologi. Kondisi ini menyebabkan rendahnya kesiapan lulusan SMK dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 yang menuntut keterampilan digital dan kemampuan berinovasi.

Berbagai penelitian dan praktik pendidikan menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) mampu meningkatkan motivasi dan kemampuan teknis siswa secara signifikan. Namun, belum banyak program pelatihan di SMK yang secara terpadu menggabungkan robotika dengan pengembangan aplikasi mobile berbasis block programming seperti Kodular. Padahal, integrasi ini penting untuk memberikan pengalaman praktis dan kesiapan siswa dalam mengoperasikan teknologi otomasi yang semakin kompleks di era digital.

Pelatihan robot transporter yang menggabungkan perakitan robot, pemrograman mikrokontroler ESP32, dan pembuatan aplikasi mobile ini menjadi inovasi yang diharapkan dapat mengisi kekosongan tersebut. Dengan melibatkan mahasiswa MBKM dan komunitas Robotron UNM sebagai fasilitator, kegiatan ini juga menumbuhkan ekosistem belajar kolaboratif yang mendukung pengembangan kompetensi siswa secara lebih menyeluruh.

Tujuan utama dari pengabdian ini adalah untuk meningkatkan keterampilan teknis, kreativitas, dan kemampuan kerja sama siswa SMK melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan robotika dan aplikasi mobile. Selain itu, kegiatan ini bertujuan menyiapkan siswa agar lebih siap menghadapi tuntutan industri 4.0 dengan penguasaan teknologi otomasi yang aplikatif dan inovatif.

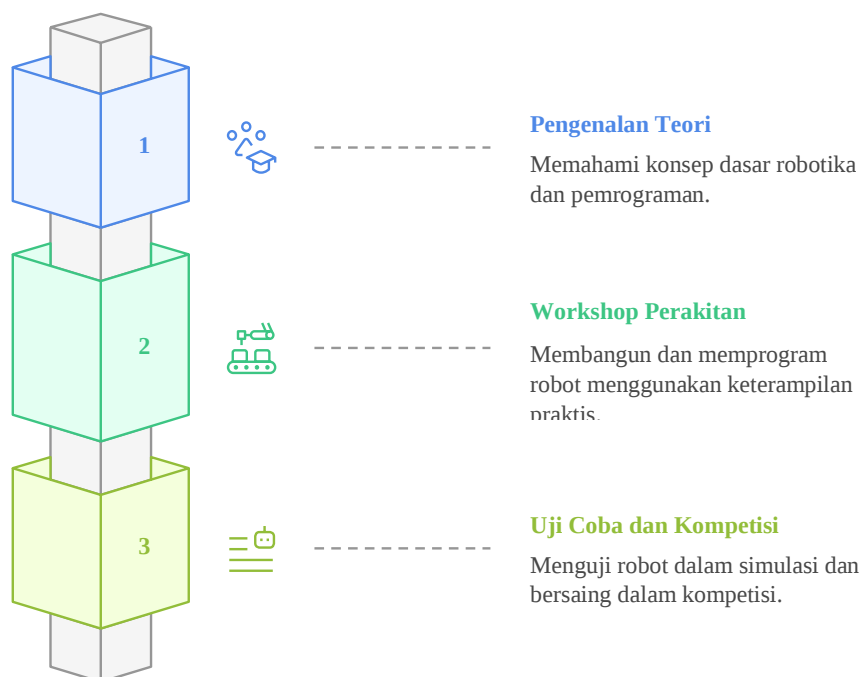
2. METODE

Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode pelatihan terstruktur. Fokus kegiatan adalah penguatan keterampilan teknik siswa SMK melalui kegiatan berbasis proyek (project-based training) yang mencakup pemaparan materi, praktik perakitan robot, dan pengembangan aplikasi pengendali berbasis mobile platform. Seluruh kegiatan difokuskan pada pengembangan robot transporter sebagai media untuk mengasah kompetensi praktis dan inovatif peserta. Subjek dari kegiatan ini adalah 15 siswa kelas X

dan XI dari SMKN 10 Makassar yang dibagi menjadi lima kelompok. Setiap kelompok difasilitasi oleh tim pendamping dari mahasiswa MBKM Asistensi Mengajar dan organisasi Robotron UNM, di bawah supervisi dosen pelaksana. Peserta dipilih berdasarkan minat dan kesediaan mengikuti pelatihan selama tiga hari penuh.

Tabel 1. Jumlah partisipasi dalam kegiatan

No	Kegiatan	Siswa (orang)	Mahasiswa MBKM (orang)	Tim Robotron UNM (orang)
1	Pengenalan Teori	15	5	3
2	Workshop Perakitan dan Pemrograman	15	10	5
3	Uji Coba dan Kompetisi	15	10	5



Gambar 1. Alur Kegiatan

- **Pengenalan Teori**, pada hari pertama, peserta mempelajari konsep dasar robotika, fungsi mikrokontroler ESP32, sensor proximity dan cahaya, serta aktuator motor DC dan servo. Materi juga mencakup pengenalan pembuatan aplikasi kendali menggunakan block programming di platform Kodular. Penyampaian dilakukan secara interaktif dengan demonstrasi untuk membangun pemahaman awal peserta tentang robot transporter.
- **Workshop Perakitan**, hari kedua difokuskan pada praktik perakitan dan pemrograman robot transporter. Peserta merakit komponen utama seperti ESP32, motor servo, motor DC dengan driver, sensor, serta komponen pendukung seperti push button dan LCD. Setelah itu, peserta memprogram robot menggunakan Arduino IDE dan membuat aplikasi kendali mobile dengan Kodular agar robot dapat dikendalikan secara nirkabel.
- **Uji Coba dan Kompetisi**, hari terakhir diisi dengan kompetisi antarkelompok untuk menjalankan robot menyelesaikan misi pengangkutan objek. Penilaian berdasarkan kecepatan, ketepatan, kestabilan robot, efektivitas aplikasi kendali, dan kreativitas desain. Kompetisi ini sekaligus menjadi media pembelajaran yang meningkatkan kolaborasi, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah peserta.

Bahan dan instrumen yang digunakan dalam pelatihan terdiri dari modul pembelajaran robot transporter, toolkit elektronik, perangkat laptop, dan koneksi internet untuk pengembangan aplikasi Kodular. Instrumen non-elektronik yang digunakan dalam proses evaluasi mencakup lembar observasi aktivitas peserta, jurnal harian pelatihan, serta rekaman dokumentasi visual. Validitas instrumen pembelajaran telah melalui proses telaah oleh tim dosen ahli dari bidang teknik elektro dan pendidikan teknologi kejuruan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, dokumentasi proses, serta penilaian hasil akhir proyek dari masing-masing kelompok. Kriteria penilaian mencakup aspek teknis (fungsi robot, ketepatan sistem pengendali), aspek kerja tim (kolaborasi dan komunikasi), serta aspek inovasi (penggunaan fitur kreatif dalam aplikasi kendali). Teknik analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan performa antar kelompok berdasarkan indikator keberhasilan proyek dan hasil observasi kualitatif selama kegiatan berlangsung. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk menarik simpulan terhadap efektivitas pendekatan pelatihan dalam meningkatkan keterampilan dan kreativitas siswa SMK di bidang robotika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah pelaksanaan pelatihan selama tiga hari yang melibatkan proses pembelajaran teori, praktik perakitan dan pemrograman robot transporter, serta kompetisi antarkelompok, dilakukan evaluasi terhadap hasil capaian kegiatan dan proses pembelajaran yang terjadi. Pada bagian berikut, akan dijelaskan secara rinci hasil yang diperoleh dari setiap tahapan pelatihan, sekaligus pembahasan terkait efektivitas metode, tantangan yang dihadapi, dan dampak pelatihan terhadap peningkatan keterampilan serta pemahaman peserta. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai keberhasilan pelatihan sekaligus memberikan rekomendasi untuk pengembangan kegiatan serupa di masa depan.

3.1. Hasil

Pelaksanaan kegiatan pelatihan robot transporter di SMKN 10 Makassar selama tiga hari berhasil menghasilkan beberapa capaian utama sebagai berikut:

1. Pengenalan Teori

Pada tahap awal pelatihan, peserta diberikan pemaparan materi teori yang menjadi dasar pemahaman mengenai robotika dan sistem kendali otomatis. Materi ini dirancang untuk membekali peserta dengan konsep fundamental yang diperlukan sebelum memasuki tahap praktik. Fokus utama pembelajaran pada tahap ini adalah pengenalan komponen-komponen utama robot transporter, seperti mikrokontroler ESP32, sensor proximity dan cahaya, serta aktuator motor servo dan motor DC. Selain itu, peserta juga diperkenalkan dengan pembuatan aplikasi mobile menggunakan platform Kodular yang berbasis block programming, yang menjadi bagian penting dalam mengendalikan robot secara jarak jauh. Berikut adalah hasil observasi selama sesi teori berlangsung:

- Seluruh peserta (15 orang, terbagi dalam 5 kelompok) mengikuti penyampaian materi pengantar robotika dengan baik.

Seluruh peserta pelatihan yang berjumlah 15 orang dan terbagi ke dalam 5 kelompok secara aktif mengikuti penyampaian materi pengantar robotika. Pada sesi ini, peserta diberikan pemahaman dasar mengenai konsep robotika yang meliputi komponen-komponen utama yang akan digunakan selama pelatihan. Antusiasme peserta terlihat dari tingkat kehadiran yang penuh dan partisipasi mereka dalam diskusi, serta keseriusan dalam mencatat setiap penjelasan yang disampaikan oleh instruktur. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang diberikan mampu menarik perhatian dan sesuai dengan kebutuhan mereka sebagai calon praktisi di bidang teknik.

- Peserta memahami konsep dasar tentang mikrokontroler ESP32, sensor (proximity dan cahaya), aktuator (servo dan motor DC), serta prinsip kerja sistem otomatisasi.

Peserta juga berhasil memahami konsep dasar mikrokontroler ESP32 yang menjadi “otak” dari robot transporter yang mereka rakit. Selain itu, pengenalan sensor proximity dan sensor cahaya dijelaskan secara rinci, agar peserta dapat memahami bagaimana sensor tersebut mampu mendeteksi keberadaan objek dan perbedaan warna pada lintasan robot. Pemahaman terhadap aktuator berupa motor servo dan motor DC juga menjadi fokus penting, dimana peserta mempelajari cara kerja dan pengaplikasiannya dalam menggerakkan bagian-bagian robot secara presisi. Penjelasan prinsip kerja sistem otomatisasi membantu peserta mengerti bagaimana sensor, aktuator, dan mikrokontroler bekerja secara terpadu dalam menjalankan sebuah sistem robotik.

- Materi tambahan tentang pembuatan aplikasi mobile menggunakan Kodular menarik minat peserta yang sebelumnya belum familiar dengan *block programming*.

Selain aspek perangkat keras, materi tambahan yang tidak kalah penting adalah pengenalan pembuatan aplikasi mobile menggunakan platform Kodular. Materi ini menjadi daya tarik tersendiri bagi peserta yang sebagian besar sebelumnya belum pernah mengenal block programming. Dengan pendekatan yang mudah dipahami dan interaktif, peserta dapat mengikuti langkah-langkah pembuatan aplikasi kendali jarak jauh yang dapat digunakan untuk mengoperasikan robot melalui smartphone. Kesempatan ini memperluas wawasan mereka tidak hanya pada sisi hardware, tetapi juga aspek software yang sangat penting dalam dunia robotika modern.



Gambar 2.Pengenalan Robot Secara Teori

2. Workshop Perakitan dan Pemrograman

Setelah memahami konsep dasar melalui sesi teori, peserta melanjutkan ke tahap praktik yang melibatkan perakitan dan pemrograman robot transporter. Pada tahap ini, peserta secara langsung menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh dengan merakit perangkat keras serta mengintegrasikan berbagai komponen elektronik. Selain itu, peserta juga belajar mengembangkan aplikasi kendali jarak jauh menggunakan Kodular, yang berfungsi untuk mengendalikan robot melalui perangkat seluler. Berikut adalah capaian yang diperoleh selama proses workshop berlangsung:

- Lima robot transporter berhasil dirakit dan diprogram oleh masing-masing kelompok.

Kelima kelompok peserta pelatihan berhasil menyelesaikan perakitan dan pemrograman robot transporter masing-masing. Proses perakitan melibatkan penggabungan berbagai komponen elektronik dan mekanik yang telah dikenalkan sebelumnya dalam sesi teori. Setiap kelompok mampu merakit rangkaian robot dengan baik, sesuai dengan desain dan fungsi yang ditargetkan. Keberhasilan ini menunjukkan tingkat pemahaman peserta dalam menerapkan konsep teknis secara praktis, sekaligus kemampuan kerja sama dalam tim untuk menyelesaikan tugas yang diberikan.

- Semua kelompok menyelesaikan pengkabelan dan integrasi komponen (ESP32, motor, sensor, LCD, buzzer, dll) dengan bimbingan dari fasilitator dan mahasiswa MBKM.

Seluruh kelompok juga berhasil menyelesaikan pengkabelan dan integrasi berbagai komponen seperti mikrokontroler ESP32, motor DC dengan driver L293D, motor servo, sensor proximity, sensor cahaya, LCD 16x2, dan buzzer. Proses ini dilakukan di bawah bimbingan langsung dari fasilitator pelatihan serta mahasiswa program MBKM yang berperan sebagai asisten pengajar. Pendampingan ini membantu peserta mengatasi kendala teknis yang muncul selama proses perakitan dan pemrograman, serta memastikan setiap komponen terhubung dengan benar sehingga sistem robot dapat berfungsi optimal.

- Aplikasi kendali berbasis Kodular berhasil dibuat oleh setiap kelompok dan diuji melalui perangkat seluler masing-masing.

Selain hardware, setiap kelompok juga berhasil membuat aplikasi kendali jarak jauh menggunakan platform Kodular yang berbasis block programming. Aplikasi ini diuji menggunakan perangkat seluler masing-masing peserta dan berfungsi sebagai alat kontrol robot transporter secara wireless. Keberhasilan pembuatan aplikasi ini menandakan bahwa peserta tidak hanya mampu menguasai aspek perangkat keras, tetapi juga memahami dasar

pemrograman aplikasi mobile yang sangat penting dalam mengoperasikan robot modern secara efisien dan praktis.



Gambar 3. Workshop Perakitan dan Pemrograman

3. Uji Coba dan Kompetisi

Tahap akhir pelatihan difokuskan pada uji coba dan kompetisi antar kelompok untuk menguji keandalan serta performa robot transporter yang telah dirakit dan diprogram. Kegiatan ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan peserta dalam mengaplikasikan seluruh rangkaian proses mulai dari perancangan, pemrograman, hingga pengendalian robot secara langsung. Kompetisi juga memberikan kesempatan bagi peserta untuk mengasah kemampuan kerja sama tim, ketelitian, dan kreativitas dalam menyelesaikan misi yang diberikan. Berikut hasil pelaksanaan uji coba dan kompetisi tersebut:

- Empat dari lima kelompok berhasil menyelesaikan tantangan pengangkutan objek

Dari lima kelompok peserta yang mengikuti kompetisi, empat kelompok berhasil menyelesaikan tantangan pengangkutan objek secara otomatis dengan menggunakan robot transporter yang mereka rakit dan program sendiri. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mampu menerapkan pengetahuan dan keterampilan teknis yang diperoleh selama pelatihan secara efektif dalam menyelesaikan tugas praktis. Meskipun satu kelompok belum berhasil, hal ini menjadi bahan evaluasi dan pembelajaran yang berharga bagi seluruh peserta.

- Robot dapat dijalankan dengan baik menggunakan aplikasi mobile.

Robot hasil rakitan dan pemrograman tersebut dapat dijalankan dengan baik menggunakan aplikasi mobile yang telah dikembangkan sebelumnya dengan platform Kodular. Aplikasi ini memungkinkan peserta untuk mengendalikan robot secara jarak jauh melalui perangkat seluler, sehingga aspek kendali dan interaksi antara manusia dan mesin dapat berjalan lancar. Sensor proximity dan sensor cahaya yang terpasang pada robot bekerja sesuai fungsi, mampu mendeteksi objek dan memberikan respons sesuai program yang telah dibuat.

- Penilaian dilakukan berdasarkan kecepatan, ketepatan, kestabilan, dan kreativitas desain system.

Penilaian kompetisi dilakukan berdasarkan beberapa kriteria utama, yaitu kecepatan robot dalam menyelesaikan misi, ketepatan dalam mendeteksi dan mengangkut objek, kestabilan sistem dalam menjalankan perintah, serta kreativitas dalam desain dan implementasi program. Kriteria tersebut diharapkan dapat mengukur tidak hanya kemampuan teknis, tetapi juga inovasi dan strategi yang dikembangkan oleh setiap kelompok selama proses pengerjaan robot.

- Kompetisi berlangsung lancar, antusias, dan kompetitif, memberikan suasana pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna.

Kompetisi berlangsung dengan lancar dan penuh antusiasme dari seluruh peserta. Suasana kompetitif yang sehat menciptakan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan dan bermakna, dimana siswa tidak hanya belajar dari teori dan praktik, tetapi juga mendapatkan

pengalaman berkompetisi dan bekerja dalam tim. Kegiatan ini berhasil meningkatkan motivasi peserta untuk terus mengembangkan kemampuan dan inovasi di bidang robotika.



Gambar 4. Uji coba robot dan kompetisi internal

3.2. Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari pelatihan robot transporter ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan project-based learning sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman konseptual peserta didik. Pada tahap awal, materi teori yang disampaikan secara interaktif mampu menjembatani pemahaman konsep elektronika dasar, mikrokontroler, sensor, dan aktuator dengan aplikasi nyata yang langsung bisa dirasakan oleh siswa. Hal ini penting karena memberikan landasan kuat bagi siswa untuk memahami sistem kendali otomatis secara menyeluruh, bukan sekadar teori semata. Tingginya antusiasme dan partisipasi aktif peserta selama sesi teori menunjukkan bahwa materi yang diberikan relevan dan sesuai dengan kebutuhan dunia pendidikan vokasi, khususnya jurusan teknik di SMK.

Keberhasilan setiap kelompok dalam merakit dan memprogram robot transporter memperlihatkan bahwa siswa tidak hanya mampu menyerap teori, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam bentuk produk nyata. Meskipun terdapat beberapa tantangan teknis selama proses perakitan dan pemrograman, siswa menunjukkan sikap pantang menyerah dan kreatif dalam mencari solusi. Pendekatan kolaboratif, dimana mahasiswa MBKM dan anggota organisasi Robotron UNM berperan sebagai fasilitator dan pendamping, memberikan dukungan penting yang membuat proses belajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan. Interaksi antar peserta dan pendamping juga memperkuat kerja sama tim serta mempercepat pemahaman konsep yang rumit.

Tahap kompetisi menjadi momen penting yang tidak hanya menguji kemampuan teknis siswa, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir kritis dan strategi dalam bekerja sama secara tim. Kompetisi ini memacu siswa untuk mengoptimalkan kinerja robot transporter yang telah mereka buat sekaligus menumbuhkan semangat kompetisi yang sehat. Penilaian yang berfokus pada kecepatan, ketepatan, kestabilan sistem, dan kreativitas desain mendorong peserta untuk tidak hanya mengandalkan teori, melainkan juga inovasi dan improvisasi dalam merancang solusi teknis. Keberhasilan empat dari lima kelompok menyelesaikan tantangan ini menandakan pencapaian yang signifikan dalam pengembangan kompetensi teknis.



Gambar 5. Dokumentasi Bersama Siswa, Mahasiswa MBKM dan Tim Robotron UNM

Selain aspek teknis, pelatihan ini juga berperan penting dalam membentuk sikap positif siswa terhadap dunia teknologi dan industri. Dengan mendapatkan pengalaman langsung merancang, membangun, dan mengendalikan robot transporter, siswa lebih percaya diri dan termotivasi untuk mengeksplorasi bidang robotika lebih jauh. Proses pembelajaran yang menyenangkan, didukung oleh kerja sama kelompok dan kompetisi,

menciptakan suasana yang kondusif bagi pengembangan soft skills seperti komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Hal ini sangat penting mengingat tantangan dunia kerja di era Revolusi Industri 4.0 menuntut kemampuan teknis yang handal sekaligus kemampuan interpersonal yang baik.

Secara keseluruhan, pelatihan robot transporter ini membuktikan bahwa metode pembelajaran yang tepat dapat menghasilkan lulusan SMK yang siap menjadi inovator muda di bidang teknologi. Program ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis dan kreativitas, tetapi juga membekali siswa dengan pengalaman praktis yang sangat dibutuhkan untuk menghadapi perkembangan teknologi masa depan. Oleh karena itu, kegiatan seperti ini sangat relevan dan strategis untuk memperkuat pendidikan vokasi di Indonesia, terutama dalam rangka menyiapkan generasi muda yang kompeten dan adaptif di era digital dan Industri 4.0.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kegiatan pelatihan robot transporter berhasil mencapai tujuan utama dalam meningkatkan keterampilan teknis dan pemahaman konseptual siswa SMK. Para peserta menunjukkan peningkatan motivasi belajar dan kemampuan kolaboratif selama proses pembelajaran dan kompetisi. Keberhasilan ini menegaskan bahwa pendekatan project-based learning efektif dalam menyiapkan siswa menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Selain itu, keterlibatan mahasiswa MBKM dan organisasi Robotron UNM memberikan nilai tambah dalam mendukung proses pembelajaran yang interaktif dan aplikatif.

4.2. Saran

1. Pengembangan Berkelanjutan
Kegiatan serupa sebaiknya dilakukan secara berkelanjutan dengan cakupan materi yang lebih luas, termasuk integrasi dengan teknologi IoT dan *machine learning* dasar, guna menyesuaikan dengan perkembangan industri saat ini.
2. Peningkatan Fasilitas dan Waktu Pelatihan
Diperlukan dukungan fasilitas yang lebih lengkap serta waktu pelatihan yang lebih panjang agar peserta memiliki kesempatan mendalami setiap tahapan proyek secara lebih optimal, terutama dalam aspek debugging dan optimalisasi sistem.
3. Pelibatan Industri dan Dunia Usaha
Kerja sama dengan pihak industri atau dunia usaha dapat menjadi langkah strategis untuk memperkuat relevansi materi pelatihan dengan kebutuhan dunia kerja, serta membuka peluang magang atau kerja sama proyek lebih lanjut bagi siswa.
4. Penguatan Peran Mahasiswa Asistensi dan Komunitas
Keterlibatan mahasiswa program MBKM dan organisasi kampus sangat membantu dalam memperluas wawasan siswa. Oleh karena itu, sinergi semacam ini perlu terus ditingkatkan dan difasilitasi dalam kegiatan pengabdian ke depan.
5. Evaluasi dan Publikasi Kegiatan
Perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap dampak pelatihan bagi siswa, serta diseminasi hasil kegiatan melalui forum akademik atau media publikasi, agar praktik baik ini dapat direplikasi di sekolah lain dan memberi dampak yang lebih luas.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan kegiatan pelatihan robot transporter ini. Terima kasih kepada SMKN 10 Makassar, khususnya kepada kepala sekolah, guru pendamping, dan seluruh peserta didik yang telah berpartisipasi aktif selama kegiatan berlangsung.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada mahasiswa program MBKM Asistensi Mengajar yang telah memberikan dukungan teknis, semangat kolaboratif, dan pendampingan langsung kepada peserta pelatihan. Tak lupa, apresiasi yang tinggi disampaikan kepada organisasi Robotron UNM yang turut serta dalam merancang, memfasilitasi, dan menyukseskan kegiatan ini dengan profesionalisme dan semangat edukatif yang luar biasa.

Akhir kata, penulis berharap kegiatan ini dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi seluruh peserta dan menjadi inspirasi bagi pelaksanaan program serupa di masa mendatang. Semoga kolaborasi antar lembaga pendidikan dan komunitas akademik dapat terus terjalin demi kemajuan pendidikan vokasi di Indonesia.

6. REFERENSI

- Adrianto, H. (2015). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*. Informatika bandung.
- Ahmad, I., & Hasan, N. (2021). Rancang Bangun Robot Beroda dengan Object Tracking sebagai Dasar Pengendalian Gerakan Robot. *Jurnal Protek*, 3(2). <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/protk/article/view/45>
- Fauzan, M., Nugroho, P., & Prakoso, G. A. (2022). Pengendali Interrupt Perilaku Robot Pemadam Api Beroda Berbasis Mesin Visi. *JITEKI: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika*, 8(1). <https://journal.uad.ac.id/index.php/JITEKI/article/view/4724>
- Hendra, J., & Risal, A. (2019). *Remote Laboratory Elektronika Digital Sebagai Media Praktikum Jarak Jauh Secara Real Time*.
- Jaya, H., Samad, P. I. S., Haryoko, S., Risal, A., Bahar, M., & others. (2024). Analyzing demand for virtual reality based adaptive learning design in engineering faculty of universitas negeri Makassar Indonesia. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 13(1), 505–515.
- Kadir, A. (2025). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. MediaKom.
- Marta Dinata, Y. (2015). *Arduino Itu Mudah*. PT Alex Media Komputindo.
- Nugraha, A., & Wahyudi, E. (2021). *Implementasi Teknologi Computer Vision sebagai Pengendali Mobile Robot Berbasis Kamera Web*. 5(1). <https://jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/informatika/article/view/72>
- Rahman, M., Arymurthy, A. M., & Widyantoro, D. D. (2021). Deteksi Bola pada Robot Humanoid Sepak Bola dengan Menggunakan Haar Cascade dan HSV. *J-PTIHK*, 10(1). <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14320>
- Ramdani, A., & Fathurahman, R. (2021). Perancangan Robot Lengan Berbasis OpenCV dan Google Assistant. *Teknika: Jurnal Teknik Elektro*, 17(2). <https://journals.telkomuniversity.ac.id/tekrika/article/view/4017>
- Risal, A., Mustamin, M., Jawad, Y. A., Sutarsi, S., & Sidik, D. (2024). PKM MENINGKATKAN KETERAMPILAN SISWA MELALUI PELATIHAN MIKROKONTROLLER NODEMCU ESP8266 DI ERA INDUSTRI 4.0. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 71–75.
- Risal, A., Sidik, D., & Djawad, Y. A. (2024). *Mikrokontroler Berbasis Internet of Things (IoT)*. Badan Penerbit UNM.
- Rizky, A., & Wibisono, B. (2022). Penerapan OpenCV dan Fuzzy Logic Controller untuk Line Follower Berbasis Kamera pada Simulasi Robot E-Puck di Webots. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Lampung*, 10(2). <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/4718>
- Sidik, D., Risal, A., & Hudiah, A. (2024). Iot-Based Microcontroller Trainer Media: Innovation for Vocational Education Essential Programs. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 13(11), 6–10.
- Suhaeb, S., & Risal, A. (2024). Implementation of ESP32-Based Web Host For Control and Monitoring of Robotic Arm. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 249–254.
- Suryaningsih, I. P., Risal, A., & Jaya, H. (2017). Algoritma Multi Planning Pada Robot Soccer. *5th Indones. Symp. Robot. Syst. Control*, 156–159.
- Wahyuni, T., Bakti, R. Y., Anas, L., Risal, A., Bulu, A. A. D. A., & others. (2022). Pengembangan Media Trainer Internet of Things (IoT) Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal INSTEK (Informatika Sains Dan Teknologi)*, 7(1), 135–142