

Pembentukan *Creativity-Driven Future* melalui Pembelajaran Berbasis Robotika pada Siswa di SMK Negeri 1 Sumedang

Munawir¹⁾, Muhammad Taufik Dwi Putra^{2)*}, Deden Pradeka³⁾, Anugrah Adiwilaga⁴⁾, Devi Aprianti Rimadhani Agustini⁵⁾, Zahra Khaerunnisa⁶⁾, Muhammad Salam Pararta Saragi⁷⁾

^{1),2),3),4),5),6),7)} Teknik Komputer / Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No. 299 Bandung 40154

*Email Penulis Koresponden: tdputra@upi.edu

Received: 28/11/25; Revised: 19/02/26; Accepted: 07/04/26

Abstrak

Dalam menghadapi tantangan Society 5.0 yang menekankan integrasi sinergis antara manusia dan teknologi, pendidikan vokasi memainkan peran krusial dalam membekali siswa dengan kompetensi relevan. Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa SMK melalui pembelajaran berbasis robotika. Metodologi yang digunakan berupa pelatihan, dan dilaksanakan selama dua hari di SMK Negeri 1 Sumedang dengan melibatkan 40 siswa dari program studi Rekayasa Perangkat Lunak, Teknik Komputer dan Jaringan, serta Elektro. Pelatihan difokuskan pada perakitan dan pemrograman Multi-Functional Mobile Robot (MMR) yang mengintegrasikan tiga fitur: Bluetooth Control, Obstacle Avider, dan Line Follower. Evaluasi efektivitas pelatihan dilakukan melalui pre-test, post-test, dan Torrance Test untuk mengukur peningkatan kompetensi teknis dan kreativitas. Hasil analisis menggunakan uji normalitas gain (N-gain) menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep robotika dan kelistrikan dengan nilai N-gain di atas 0.9. Sementara itu, hasil Torrance Test menunjukkan pengembangan kreativitas siswa dengan nilai rata-rata tertinggi pada aspek elaborasi (1.94) dan keabstrakan judul (1.92). Secara keseluruhan, pelatihan ini berhasil meningkatkan 86.6% kemampuan siswa dalam lingkup creativity-driven future, menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis robotika melalui pendekatan proyek merupakan strategi efektif untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan Society 5.0. Rekomendasi untuk pengembangan ke depan meliputi perpanjangan durasi pelatihan dan pengayaan fitur robot untuk meningkatkan kompleksitas pembelajaran.

Kata kunci: Creativity-driven Future, Pembelajaran Berbasis Robotika, Robot Multifungsi

Abstract

In addressing the challenges of Society 5.0, which emphasizes the synergistic integration between humans and technology, vocational education plays a crucial role in equipping students with relevant competencies. This community service activity aims to enhance the creative thinking skills of vocational high school (SMK) students through robotics-based learning. The methodology employed was a two-day training program at SMK Negeri 1 Sumedang, involving 40 students from the Software Engineering (RPL), Computer and Network Engineering (TKJ), and Electrical Engineering programs. The training focused on the assembly and programming of a Multi-Functional Mobile Robot (MMR) integrating three features: Bluetooth Control, Obstacle Avider, and Line Follower. The effectiveness of the training was evaluated using pre-tests, post-tests, and a Torrance Test to measure improvements in technical competence and creativity. Analysis using the normalized gain (N-gain) test showed a significant increase in the understanding of robotics and electrical concepts, with N-gain scores above 0.9. Meanwhile, the Torrance Test results demonstrated the development of students' creativity, with the highest average scores in the aspects of elaboration (1.94) and abstractness of titles (1.92). Overall, the training successfully improved the students' creativity-driven future skills by 86.6%, indicating that project-based robotics learning is

an effective strategy for preparing students to face the challenges of Society 5.0. Recommendations for future development include extending the training duration and enriching the robot's features to increase learning complexity.

Keywords: *Creativity-driven Future, Robotic-based Learning, Multi-functional Robot*

1. PENDAHULUAN

Konsep *Society 5.0* muncul sebagai paradigma penting dalam diskursus modern, menekankan hubungan sinergis antara manusia dan mesin, khususnya dalam pendidikan vokasi. Kerangka masyarakat ini dirancang untuk melampaui keterbatasan masyarakat sebelumnya dengan mengintegrasikan teknologi canggih secara optimal demi pembangunan berkelanjutan. Pendidikan vokasi menjadi kunci dalam membekali siswa dengan kompetensi yang relevan untuk dunia kerja yang terus berubah. Hamdani et al., 2021 menyoroti perlunya adaptasi sistem pendidikan vokasi dalam menghadapi tantangan *Industry 4.0*, yang semakin kompleks dalam lingkup *Society 5.0*, di mana kreativitas manusia dan efisiensi mesin harus berpadu.

Untuk menghadapi masa depan ini, integrasi pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dalam pendidikan vokasi sangat penting. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis, tetapi juga mendorong kreativitas yang dibutuhkan dalam industri berbasis inovasi. Penelitian menunjukkan bahwa penggabungan STEM dengan pembelajaran berbasis proyek menggunakan robotika dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Arafat et al., 2024; Orhani, 2024). Model ini membantu siswa memahami konsep kompleks dan mengembangkan keterampilan teknis maupun sosial yang dibutuhkan di pasar kerja dan *Society 5.0*.

Dalam hal ini, pemrograman dan robotika berbasis *platform* Arduino menjadi perhatian khusus. Alat ini efektif dalam memperkuat pemahaman STEM, terutama di kalangan siswa SMK. Penerapan robotika di kelas tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga kemampuan memecahkan masalah dan mendorong lingkungan belajar yang mendukung kreativitas (Cano, 2022; Hsu & Tsai, 2022). Keberhasilan integrasi teknologi ini menunjukkan potensi besar dalam memperdalam pemahaman STEM dan membuka ruang eksplorasi kreatif siswa (Arafat et al., 2024; Boya-Lara et al., 2022).

Metodologi pembelajaran berbasis robotika menjadi strategi penting dalam pengembangan kurikulum agar siswa siap menghadapi tuntutan *Society 5.0*. Hal ini mendorong institusi pendidikan untuk meninggalkan pendekatan konvensional dan beralih ke pembelajaran interaktif yang menggabungkan teori dan praktik. Selain itu, pengenalan dunia industri ke lembaga pendidikan menjadi semakin penting agar siswa dapat bertransisi dengan lancar dari dunia akademik ke dunia kerja (Nguyen et al., 2022).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa integrasi STEM melalui robotika dapat menumbuhkan kreativitas, meningkatkan logika, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang dibutuhkan di berbagai sektor industri (Chao et al., 2023; Zhao et al., 2023). Hubungan antara teknologi mutakhir dan metode pendidikan tradisional membuka jalan bagi pengembangan kerangka pendidikan yang melampaui paradigma lama, menciptakan generasi pembelajar yang siap menghadapi tantangan nyata secara inovatif.

Untuk memaksimalkan potensi ini, pendidik perlu menerapkan model pedagogis yang mengembangkan keterampilan teknis (*hard skills*) dan sosial (*soft skills*) melalui aktivitas robotika. Strategi ini tidak hanya membekali siswa dengan keahlian teknis, tetapi juga karakter yang dibutuhkan dalam lingkungan kerja kolaboratif seperti kerja tim, komunikasi, dan pemecahan masalah (Yuliyanto et al., 2024). Pembelajaran campuran melalui STEM dan robotika menciptakan ruang bagi siswa untuk mempraktikkan keterampilan tersebut secara langsung. Praktik pendidikan ini juga menuntut perombakan kurikulum agar mendukung pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi dalam pendidikan vokasi (Wu & Sarker, 2022). Para pemangku kepentingan pendidikan perlu mengadopsi pendekatan integratif yang menekankan kemampuan

siswa untuk tidak hanya memahami pengetahuan, tetapi juga menerapkannya secara kreatif dan efektif dalam karier mereka, sesuai dengan visi *Society 5.0*.

Dalam konsep *Society 5.0*, muncul kerangka penting yang menggabungkan kemajuan teknologi dengan kreativitas sumber daya manusia. Paradigma ini menekankan kolaborasi antara robotika dan kapasitas manusia untuk menjawab tantangan sosial dan ekonomi. Seperti dijelaskan oleh (Syahputra, 2023), *Society 5.0* bertujuan memanfaatkan teknologi inovatif untuk menyelesaikan masalah sosial, meningkatkan kesejahteraan, dan memperkuat ketahanan masyarakat dalam menghadapi kompleksitas zaman. Tim PkM merasa terinspirasi oleh gagasan ini, terutama karena relevansinya dengan pendidikan vokasi di Indonesia, di mana keterampilan dan kewirausahaan semakin penting dalam ekonomi kreatif (Poerwati & Rusdianto, 2021).

Kunci dari transformasi ini adalah penerapan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) yang bersifat lintas disiplin. Integrasi prinsip STEM dalam kurikulum sangat penting untuk membekali siswa dengan keterampilan yang dibutuhkan di era *Society 5.0*. Pendidikan harus mencakup literasi teknologi, berpikir kritis, dan kreativitas agar siswa mampu menghadapi perubahan yang cepat (Alam et al., 2023). Hal ini sangat relevan bagi pendidikan vokasi, yang harus selaras dengan kebutuhan industri agar siswa memiliki bekal teori dan praktik yang seimbang ketika sudah lulus.

Di sisi lain, strategi pembelajaran berbasis inkuiri dan proyek sangat cocok dengan tuntutan *Society 5.0*. Pendekatan ini mendorong eksplorasi dan inovasi, membuat siswa lebih aktif dalam menghadapi materi dan masalah nyata (Munawir et al., 2024). Ketika pembelajaran berpusat pada pertanyaan dan pelaksanaan proyek, siswa merasa memiliki kendali atas proses belajar mereka. Perasaan yang muncul tersebut dapat menjadi sebuah pondasi penting untuk masa depan yang digerakkan oleh kreativitas. Tim PkM melihat pendekatan ini sebagai peluang untuk membentuk individu yang bukan hanya berperan sebagai pengguna teknologi, tetapi juga ikut andil sebagai penciptanya.

Semakin mendalami pentingnya kreativitas dalam pendidikan, tim PkM merasa perlu menyoroti gagasan tentang "*Creativity-Driven Future*." Kerangka ini menuntut sistem pendidikan untuk beralih dari sistem hafalan menuju pengembangan kreativitas dan berpikir kritis. Siswa didorong untuk mengeksplorasi ide baru, berkolaborasi dalam proyek, dan membentuk pola pikir inovatif (Razanah & Solihati, 2022). Integrasi robotika dalam pembelajaran menjadi contoh nyata transformasi ini. Di mana siswa tidak hanya memahami teknologi, tetapi juga belajar memecahkan masalah secara kreatif menggunakan teknologi.

Dari sejumlah studi literatur tersebut, tim PkM berkesimpulan bahwa pembelajaran terpadu yang menggabungkan robotika dan prinsip STEM sangat menjanjikan dalam mengembangkan *hard skills* dan *soft skills* siswa. Rahman & Husin, 2022 menyatakan bahwa keterlibatan siswa dalam robotika dapat meningkatkan kemampuan teknis sekaligus membentuk keterampilan *interpersonal* yang dibutuhkan dalam dunia kerja kolaboratif. Bahkan, pengabdian sebelumnya oleh (Munawir et al., 2024) menunjukkan bahwa siswa menunjukkan antusiasme yang lebih tinggi dan mampu menyerap informasi dengan lebih efektif ketika konsep-konsep kompleks disajikan secara visual dan interaktif melalui media pembelajaran berupa robot. Tim PkM melihat ini sebagai peluang besar bagi pendidikan vokasi untuk menjawab tantangan *Society 5.0* secara konkret.

Terinspirasi oleh berbagai gagasan ini, tim PkM terdorong untuk merancang kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang mengangkat tema *Society 5.0*, STEM, dan robotika dalam lingkup pendidikan vokasi. Tim PkM percaya bahwa pendekatan ini tidak hanya relevan, tetapi juga berdampak nyata dalam membentuk generasi kreatif dan adaptif yang siap menghadapi masa depan, serta membantu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, memastikan siswa siap menghadapi tuntutan industri.

2. METODE PELAKSANAAN PENGABDIAN



Gambar 1. Alur Rangkaian Kegiatan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilakukan melalui serangkaian tahapan yang disusun secara sistematis dan berkelanjutan. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan kegiatan pengabdian berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Alur pelaksanaan kegiatan ini mengacu pada diagram rangkaian kegiatan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut ini adalah detail dari rangkaian kegiatan pengabdian.

2.1. Perancangan Pengabdian

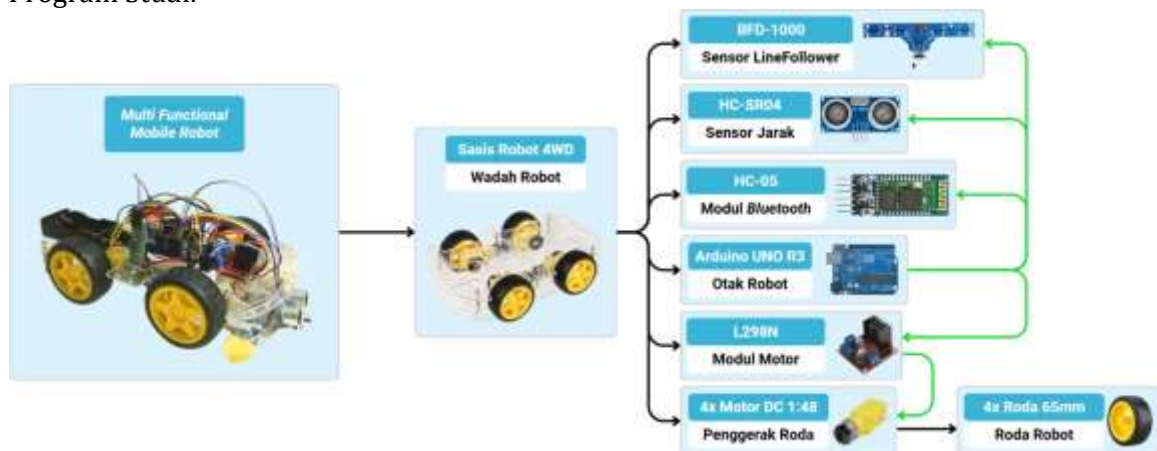
Tahap awal perancangan pengabdian dimulai dengan perumusan tema yang akan diangkat. Dengan melakukan studi literatur terhadap pengabdian-pengabdian terdahulu, tim PkM merumuskan tema “Penyelenggaraan Pembelajaran Materi Robotika pada Sekolah Vokasi guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Siswa”. Di sisi lain, seluruh anggota pengabdian merupakan afiliasi dari Universitas Pendidikan Indonesia yang berdomisili di Bandung. Dengan demikian, untuk tahap selanjutnya, tim PkM membatasi lingkup pengabdian untuk dilaksanakan di sekolah vokasi yang berada di daerah Jawa Barat.

Dengan tema yang telah dirumuskan serta batasan yang telah ditetapkan, tahap perancangan dilanjutkan dengan melakukan survei dan pengamatan terhadap kebutuhan akan pembelajaran berbasis robotika pada sekolah-sekolah vokasi di daerah Jawa Barat. Perancangan dilanjutkan dengan tahap pemilihan mitra sekolah vokasi. Pada tahap ini, tim pengabdian menemukan bahwa SMK Negeri 1 Sumedang memiliki program studi yang berfokus pada ilmu aplikasi teknologi. Beberapa di antaranya adalah program studi Rekayasa Perangkat Lunak (RPL), Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ), serta Elektro.

Setelah mendapatkan target mitra, tim pengabdian mulai menjalin komunikasi dengan mitra terkait. Penjalinan komunikasi ini menghasilkan jadwal Penjajakan Mitra Pengabdian, yang disepakati oleh kedua pihak untuk dilaksanakan pada tanggal 8 Agustus 2025. Pada tahap ini, kedua pihak bertemu secara langsung di SMK Negeri 1 Sumedang. Penjajakan diperlukan untuk membahas bentuk, judul, waktu, tempat, dan materi pembelajaran yang akan diberikan kepada siswa, serta jumlah dan kriteria peserta yang akan mengikuti pembelajaran. Dari pembahasan tersebut, ditentukan hasil rangkaian pelatihan sebagai berikut,

1. Pengabdian dilaksanakan dengan metode pelatihan yang memiliki judul “Pengembangan Kemampuan *Creativity-Driven Future* pada Siswa SMK Mitra UPI dalam Pembelajaran STEM melalui Inovasi Pembelajaran Berbasis Robot untuk Menghadapi Tantangan di Era *Society 5.0*”

2. Pelatihan dilaksanakan selama dua hari berturut (tanggal 25-26 Agustus 2025, pukul 09.00-15.00) dan akan mempelajari materi terkait perakitan serta pemrograman robot.
3. Peserta pelatihan merupakan siswa perwakilan dari program studi RPL, TKJ, dan Elektro. Jumlah peserta pelatihan terbatas untuk 40 siswa yang dipilih oleh masing-masing Kepala Program Studi.



Gambar 2. Hubungan Rangkaian Komponen pada Robot

2.2. Perancangan dan Pelaksanaan Pelatihan

Setelah tim PkM memiliki target subjek pelatihan, tim PkM mulai merumuskan materi dan objek yang akan menjadi bahan ajar. Dengan pertimbangan yang berdasar pada kompetensi sekolah vokasi serta sejumlah pengabdian terdahulu, penulis memutuskan untuk membuat objek pembelajaran pelatihan berupa “Multi-Functional Mobile Robot” (MMR) yang menggabungkan fitur *Bluetooth Control*, *Obstacle Avoider*, dan *Line Follower* ke dalam satu robot.

Sebelum pelatihan dimulai, satu buah MMR dirakit dan diprogram terlebih dahulu untuk menjadi model percontohan dan memastikan bahwa rancangan robot tersebut tergolong *feasible* untuk direalisasikan oleh para siswa. Perakitan dilakukan dengan menggunakan sasis *mobile robot 4 wheel drive* (4WD), bersamaan dengan sensor jarak dan *line follower*, serta modul *bluetooth* dan motor yang terhubung ke Arduino UNO R3, seperti yang terlihat pada Gambar 2, dengan panah putih untuk menunjukkan hubungan fisik dan panah hijau untuk hubungan elektrik.

Untuk mendukung proses pengajaran, penulis juga membuat dan menyediakan dua jenis modul pembelajaran, yakni Modul Perakitan dan Modul Pemrograman. Kedua modul ini digunakan oleh pengajar dan siswa sebagai panduan ketika proses pembelajaran sedang berlangsung. Setelah berbagai persiapan, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat masuk ke fase pelaksanaan.

Pada pelaksanaan hari pertama, tim pengabdian merancang pembelajaran untuk memfokuskan perakitan robot, Materi perakitan robot meliputi pemasangan komponen-komponen elektronik pada sasis robot hingga menghubungkan kelistrikan pada komponen yang ada menggunakan kabel *jumper*. Proses perakitan ini ditujukan untuk menstimulasi kreativitas siswa dengan berkreasi dalam menentukan posisi penempatan komponen robot. Selain pembelajaran, pada hari pertama juga akan dilakukan sebuah sesi *pre-test* selama 10 menit. Tes tersebut berupa pertanyaan terkait robotika dengan media *google form*. Pengadaan *pre-test* ini penting untuk mengetahui tingkat kompetensi robotika serta kemampuan berpikir kreatif pada diri siswa sebelum melalui pembelajaran yang akan diberikan.

Di sisi lain, pada hari kedua pembelajaran berfokus pada pemrograman robot. Materi pemrograman robot mencakup teori dasar pemrograman robot dengan Arduino hingga aplikasinya untuk ketiga fungsi robot (*Bluetooth Control*, *Obstacle Avoider*, dan *Line Follower*).

Pembelajaran pemrograman ini menuntut siswa untuk menentukan algoritma dan logika yang diperlukan untuk merealisasikan fitur-fitur tersebut.

Hari kedua pembelajaran juga menyertakan *post-test* yang bentuknya tidak jauh berbeda dengan *pre-test* sebagai bentuk evaluasi pelatihan. Selain itu, diberikan juga *figural torrance-test* untuk menggambar dan mendeskripsikan sebuah robot sekreatif mungkin berdasarkan imajinasi masing-masing. Seluruh rangkaian *post-test* ini ditujukan untuk mengetahui perkembangan tingkat kompetensi robotika serta kemampuan berpikir kreatif pada diri siswa setelah melalui pembelajaran yang diberikan.

2.3. Analisis Data Hasil Pelatihan

Setelah pelaksanaan pelatihan selesai, tim PkM melakukan analisis terhadap data yang diperoleh dari berbagai instrumen penelitian, yaitu hasil *pre-test*, *post-test*, dan *torrance-test*. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kemampuan peserta. Data dari *pre-test* dan *post-test* diolah menggunakan uji normalitas gain (*N-gain*), yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan skor secara proporsional terhadap skor ideal. Rumus pengujian ini dijabarkan pada persamaan di bawah, dengan nilai *Ngain* merepresentasikan tingkat normalitas *gain*. Adapun *S_{post}* merupakan rata-rata skor *post-test* peserta, *S_{pre}* adalah rata-rata skor *pre-test*, dan *S_{ideal}* adalah skor maksimal dengan nilai lima.

$$N_{gain} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{ideal} - S_{pre}}$$

Terpisah dari analisis di atas, data *torrance-test* diolah dengan menggunakan rubrik yang memiliki empat buah parameter penilaian, yakni kelancaran (*fluency*), orisinalitas (*originality*), elaborasi (*elaboration*), dan keabstrakan judul (*abstractness of title*). Masing-masing parameter tersebut memiliki indikator dan cara penilaian tersendiri yang dirancang untuk mengukur tingkat kreativitas peserta secara menyeluruh di setiap aspek, dengan skala 0 hingga 3.

Aspek pertama adalah Kelancaran (*Fluency*), yang dinilai melalui gambar robot yang dibuat oleh peserta. Fokus utama dalam aspek ini adalah jumlah komponen yang relevan dan bersifat unik dalam gambar yang dibuat oleh siswa. Penilaian dimulai dari 0 poin untuk gambar yang sangat sederhana tanpa bagian yang jelas, hingga 3 poin untuk gambar yang memiliki detail tinggi dan banyak komponen unik yang diberi label dengan jelas. Penilai akan mengamati gambar peserta untuk mengidentifikasi seberapa banyak dan seberapa beragam komponen yang berhasil dituangkan oleh siswa ke dalam gambar robot milik mereka.

Selanjutnya, Orisinalitas (*Originality*) menilai keunikan desain robot dan sejauh mana peserta menyimpang dari stereotip umum. Robot yang digambar secara konvensional dan menyerupai bentuk *humanoid* standar akan mendapatkan 0 poin, sementara desain yang sangat imajinatif dan berbeda dari robot pada umumnya bisa memperoleh hingga 3 poin. Penilai akan membandingkan gambar peserta dengan stereotip umum dan gambar peserta lain, guna menilai tingkat keunikan dan kreativitas desain.

Aspek ketiga adalah Elaborasi (*Elaboration*), yang mencakup baik gambar maupun definisi robot. Penilaian dalam aspek ini berfokus pada tingkat detail dan kompleksitas yang ditampilkan. Gambar yang hanya berupa garis besar tanpa detail dan definisi yang sangat singkat akan mendapatkan nilai terendah. Sebaliknya, gambar yang menyertakan skema, anotasi, dan komponen spesifik, serta definisi yang menjelaskan secara lengkap tujuan, cara kerja, dan masalah yang dipecahkan oleh robot, akan memperoleh nilai tertinggi. Penilai akan membaca deskripsi dan mengamati gambar untuk menilai kedalaman elaborasi peserta.

Terakhir, Keabstrakan Judul (*Abstractness of Titles*) menilai kreativitas nama robot yang diberikan oleh peserta. Nama yang sangat deskriptif dan literal seperti "Robotku" atau "Robot Pembersih" akan mendapatkan nilai rendah, sedangkan nama yang abstrak, imajinatif, dan menunjukkan identitas atau tujuan kompleks seperti "Proyek Chimera" atau "Solis-7" akan

mendapatkan nilai tinggi. Penilai akan menilai keterkaitan antara nama robot dan tema atau fungsi yang dijelaskan dalam deskripsi peserta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelatihan yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sumedang (lihat Gambar 3) berhasil mendorong partisipasi aktif 40 siswa. Selama dua hari pelatihan yang dikemas dalam bentuk *workshop*, para peserta dibagi ke dalam delapan kelompok dan masing-masing kelompok diajarkan dan ditantang untuk membangun satu unit *Multi-Functional Mobile Robot* (MMR). Hasilnya, delapan MMR berhasil dibuat, dengan enam di antaranya mampu menjalankan keseluruhan fitur yang dirancang secara optimal.

Setiap MMR dirancang untuk memiliki tiga fitur utama, yaitu *Bluetooth Control*, *Obstacle Avoider*, dan *Line Follower*. Proses perakitan menghadirkan tantangan tersendiri, mulai dari kabel yang rusak, kesalahan sambungan, hingga kendala teknis seperti lem yang tidak merekat sempurna. Di sisi pemrograman, peserta menghadapi berbagai hambatan seperti kesalahan penulisan kode (*typo*), logika program yang tidak sesuai, serta kesulitan dalam mengintegrasikan ketiga fitur agar dapat bergantian sesuai perintah. Meski demikian, semangat kolaboratif dan pendampingan intensif berhasil membantu siswa menyelesaikan tantangan tersebut.

Model pembelajaran yang diterapkan dalam pelatihan ini bersifat demonstratif dan berbasis replikasi terbimbing. Setiap sesi dimulai dengan pematerian dan pemeragaan selama dua jam, diikuti dengan praktik langsung selama tiga jam. Instruksi diberikan melalui kombinasi modul pembelajaran, demonstrasi langsung, dan pendampingan intensif oleh fasilitator. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep dasar sekaligus menerapkannya secara langsung dalam bentuk proyek nyata.

Sebagai penunjang pembelajaran, disusun dua buah modul: modul perakitan dan modul pemrograman. Modul perakitan memuat teori dasar kelistrikan dan panduan langkah demi langkah dalam merakit MMR, mulai dari rangka fisik hingga sistem kelistrikan yang siap untuk diprogram. Sementara itu, modul pemrograman berisi teori dasar pemrograman serta contoh fungsi-fungsi yang digunakan untuk mengimplementasikan fitur-fitur robot. Kedua modul dirancang menyerupai tutorial yang mudah diikuti, sehingga siswa dapat belajar secara mandiri maupun berkelompok dengan tetap mengacu pada panduan yang sistematis.

Melalui pelatihan ini, siswa tidak hanya menghasilkan produk teknologi berupa MMR, tetapi juga mengalami proses pembelajaran yang menekankan pada *problem solving*, kolaborasi, dan penerapan langsung ilmu yang mereka pelajari di kelas. Karya utama ini menjadi bukti bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek dan teknologi dapat meningkatkan keterampilan teknis sekaligus kreativitas siswa secara signifikan.

Tabel 1. Perhitungan dari hasil *pre-test N-gain* dan *post-test*

Aspek Penilaian	S_{pre}^*	S_{post}^*	N_{gain}^*
Siswa/i mengetahui tentang robot dan fungsinya.	3.30	4.90	0.94
Siswa/i dapat memberikan solusi untuk permasalahan aplikasi robot.	3.10	4.85	0.92
Siswa/i mengetahui komponen yang sesuai dengan keperluan.	3.24	4.30	0.60
Siswa/i mengerti konsep kelistrikan dan rangkaian listrik.	2.90	4.90	0.95
Siswa/i dapat mengombinasikan beberapa solusi untuk memecahkan suatu masalah dunia nyata.	3.13	4.85	0.92
Keterangan: S_{pre} (rata-rata skor <i>pre-test</i>), S_{post} (rata-rata skor <i>post-test</i>), N_{gain} (normalitas <i>gain</i>) *Nilai berskala 1-5			

Hal ini turut tercermin dalam peningkatan pemahaman siswa yang diukur melalui perhitungan normalitas gain di Tabel 1. Beberapa indikator menunjukkan peningkatan maksimal, seperti pemahaman tentang fungsi robot, kemampuan memberikan solusi terhadap permasalahan aplikatif, serta penguasaan konsep kelistrikan dan rangkaian listrik masing-masing memperoleh nilai *N-Gain* di atas 0.9. Artinya, terjadi peningkatan penuh dari skor awal menuju skor maksimal yang telah ditetapkan.

Sementara itu, pada aspek pemilihan komponen yang sesuai, nilai *N-Gain* tercatat sebesar 0.6. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi peningkatan, masih terdapat ruang untuk pendalaman lebih lanjut terkait kecocokan komponen dalam konteks perakitan robot. Adapun kemampuan siswa dalam mengombinasikan beberapa solusi untuk memecahkan masalah juga menunjukkan peningkatan signifikan dengan nilai *N-Gain* sebesar 0.92, menandakan bahwa pendekatan berbasis proyek berhasil mendorong siswa untuk berpikir sistematis dan aplikatif.

Tabel 2. Data Hasil Penilaian *torrance-test*

Aspek Penilaian	Nilai Rata-rata*
Siswa/i menghasilkan banyak ide atau komponen robot yang berbeda.	1.50
Siswa/i menciptakan desain robot yang unik dan baru.	1.58
Siswa/i menambahkan detail dan kompleksitas pada gambar dan deskripsi robot.	1.94
Siswa/i memberi nama robot yang imajinatif dan menunjukkan kedalaman pemikiran.	1.92
*Nilai berskala 1-3	

Di sisi lain, hasil penilaian *torrance-test* pada Tabel 2. Pada aspek kelancaran, siswa memperoleh nilai rata-rata 1.50, yang mencerminkan kemampuan menghasilkan beragam komponen robot meskipun belum sepenuhnya kompleks. Aspek orisinalitas mencatat nilai 1.58, menandakan bahwa sebagian besar desain robot yang dibuat tidak lagi umum dan menunjukkan upaya untuk menciptakan hal baru. Nilai tertinggi diperoleh pada aspek elaborasi, yaitu 1.94, yang menunjukkan bahwa siswa mampu menambahkan detail baik dalam gambar maupun deskripsi robot dan mencerminkan kemampuan teknis dan naratif yang berkembang selama pelatihan. Sementara itu, aspek keabstrakan judul memperoleh nilai rata-rata 1.92, menandakan bahwa siswa cukup berhasil dalam memberi nama robot secara imajinatif dan bermakna, yang menunjukkan kedalaman pemikiran dan keterkaitan dengan fungsi robot.

Sebagai tambahan, beberapa karya berupa gambar yang dihasilkan oleh siswa pada *torrence-test* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Beberapa karya siswa pada *torrance-test*

4. KESIMPULAN

Pelaksanaan pelatihan ini menunjukkan sejumlah keunggulan yang signifikan dalam mendorong keterlibatan dan kreativitas siswa. Melalui pengalaman langsung (*hands-on*) dalam merakit dan memprogram *Multi-Functional Mobile Robot* (MMR), siswa menjadi lebih aktif dan antusias dalam mengikuti setiap sesi. Integrasi tiga fitur utama dalam satu proyek memberikan

tantangan teknis yang kompleks namun menarik, sehingga mampu memacu imajinasi dan kreativitas aplikatif peserta. Sebagai rekomendasi pengembangan, pelatihan serupa di masa mendatang disarankan untuk memperpanjang sesi pendalaman *coding* agar siswa memiliki waktu yang cukup untuk memahami logika program dan melakukan integrasi fitur secara optimal. Selain itu, pengayaan fitur robot seperti penambahan sensor canggih atau integrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kompleksitas proyek sekaligus memperluas wawasan teknologi pada siswa. Pengabdian kepada Masyarakat yang dikemas dalam pelatihan berbentuk *workshop* ini berhasil meningkatkan 86.6% kemampuan siswa dalam lingkup *creativity-driven future*. Bahkan, metode pelatihan dalam bentuk *workshop* menjadi salah satu pilihan yang tepat dalam merealisasikan kebutuhan akan pengembangan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif pada siswa, karena mereka terdorong langsung untuk berperan aktif dalam pembelajaran. Berdasarkan data *pre-post* dan *Torrence Test*, pelatihan ini menunjukkan peningkatan rata-rata skor keterampilan robotika dan kreativitas siswa. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pelatihan ini dapat mendorong siswa untuk mampu beradaptasi dengan *Society 5.0* yang menuntut integrasi teknologi dan pemikiran kreatif. Secara jangka panjang, pelatihan ini dapat menjadi pijakan awal dalam merancang *roadmap* penguatan kurikulum *STEM*-robotika di tingkat SMK, dengan menekankan pada pendekatan berbasis proyek dan eksplorasi teknologi aplikatif. Meski demikian, terdapat beberapa kelemahan yang perlu dicermati untuk pengembangan ke depan. Durasi pelatihan yang terbatas selama dua hari menjadi kendala dalam pendalaman materi, khususnya pada aspek pemrograman dan *debugging*. Selain itu, kesiapan awal siswa yang bervariasi, baik dari segi pemahaman teori maupun keterampilan teknis, turut memengaruhi kelancaran proses pembelajaran dan pencapaian hasil akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku tim penyelenggara menyampaikan terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia atas dukungan pendanaan yang memungkinkan terlaksananya kegiatan ini, sebagaimana tertuang dalam Surat Keputusan Rektor Nomor: 710/UN40/PT.01.02/2025. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Komputer dan SMK Negeri 1 Sumedang yang telah memfasilitasi pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat ini dengan memberikan dukungan serta menyediakan sarana dan prasarana yang memadai, sehingga dapat berjalan dengan lancar dan sukses.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdani, A., Abdulkarim, A., D. P., & Nugraha, E. (2021). *Vocational education in the industrial 4.0 era*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210203.081>
- Orhani, S. (2024). *Mbot robot as part of project-based learning in STEM*. *Cadernos De Educação, Tecnologia e Sociedade*, 16(4), 862–872. <https://doi.org/10.14571/brajets.v16.n4.862-872>
- Arafat, M., Budiyo, C., Yuana, R., & Fenyvesi, K. (2024). *Implementation of integrated STEM learning in educational robotics towards 21st century skills: A systematic review*. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(5), 1127–1141.
- Cano, S. (2022). *A methodological approach to the teaching STEM skills in Latin America through educational robotics for school teachers*. *Electronics*, 11(3), 395.
- Hsu, R., & Tsai, T. (2022). *Assessing the impact of a project-based learning robotics course with integrating of STEM education using content analysis method*. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12633>
- Boya-Lara, C., Saavedra, D., Fehrenbach, A., & Marquez-Araque, A. (2022). *Development of a course based on BEAM robots to enhance STEM learning in electrical, electronic, and mechanical domains*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00311-9>

- Nguyen, T., Cao, C., & Nguyen, H. (2022). *Assessment of perception factors influencing collaboration between vocational schools and businesses in practical training. Humanities and Social Sciences Letters*, 10(3), 290–300.
- Chao, J., Liu, C., & Kao, H. (2023). *Science, technology, engineering, and mathematics curriculum design for teaching mathematical concept of perspective at indigenous elementary school using robots. Sensors and Materials*, 35(5), 1547.
- Zhao, S., Hai, G., Xiao-qing, W., & Qian, X. (2023). *Approaches of higher vocational education method based on machine vision technology.*
- Yuliyanto, R., Susilaningsih, S., & Indriayu, M. (2024). *Understanding vocational school students' work readiness: The synergistic role of fieldwork practice and self-efficacy. Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran, dan Pembelajaran*, 10(2), 489.
- Wu, M., & Sarker, M. (2022). *Assessment of multiple subjects' synergetic governance in vocational education. Frontiers in Psychology*, 13.
- Syahputra, A. (2023). *Relevansi era revolusi industri 4.0 dan era masyarakat 5.0 dengan tiga pilar pendidikan Islam di Indonesia. At-Ta'dib: Jurnal Ilmiah Prodi Pendidikan Agama Islam*, 49–62.
- Poerwati, T., & Rusdianto, H. (2021). *The creative economy in developing entrepreneurship: A case study on calligraphy craftsmen in Indonesia. Economic Annals–XXI*, 194(11–12), 90–95.
- ‘Alam, G., Imron, A., Supriyanto, A., & Mustiningsih, M. (2023). *Paradigma pendidikan era learning society 5.0: Model STEAM sebagai internasional best practice dalam smart education. Proceedings Series of Educational Studies.*
- Razanah, M., & Solihati, N. (2022). *Pentingnya pembelajaran menulis puisi di sekolah di era Society 5.0. Literasi: Jurnal Bahasa dan Sastra Indonesia serta Pembelajarannya*, 6(2), 244.
- Rahman, S., & Husin, H. (2022). *Strategi pondok pesantren dalam menghadapi era Society 5.0. Jurnal Basicedu*, 6(2), 1829–1836.
- Munawir, Dwi Putra, M. T., Pradeka, D., Adiwilaga, A., & Pararta, M. S. (2024). *Pelatihan peningkatan kemampuan computational thinking guru dengan media robotik di SMP Santa Ursula Bandung. Jurnal Abdimas Mandiri*, 8(3), 372–381.
<https://doi.org/10.36982/jam.v8i3.4704>