

Pengenalan Robotika sebagai Media Pembelajaran STEM di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh

Melinda Melinda^{1*}, Yunidar Yunidar¹, Muhammad Irhamsyah¹, Fajrul Islamy¹, Karlisa Priandana², Nurlida Basir³, Rini Safitri⁴

¹Departemen Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia

²Program Studi Ilmu Komputer, Sekolah Sain Data, Matematika dan Informatika, IPB University

Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Wing 20 Level 5, Bogor, 16680, Indonesia

³Universiti Sains Islam Malaysia (USIM)

Bandar Baru Nilai, 71800 Nilai, Negeri Sembilan, Malaysia

⁴Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala

Jl. Syech Abdurrauf No. 3, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia

e-mail: melinda@usk.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi robotika telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Robotika, sebagai bidang multidisiplin yang menggabungkan aspek mekanika, elektronika, dan ilmu komputer, memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). Artikel ini bertujuan mendeskripsikan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat berupa pengenalan sistem robotika di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh serta mengkaji dampaknya terhadap pengetahuan dan motivasi siswa. Metode pelaksanaan kegiatan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perencanaan materi, pelaksanaan kegiatan, praktik sederhana, hingga evaluasi. Dokumentasi kegiatan menunjukkan antusiasme tinggi dari siswa selama mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Hasil evaluasi melalui kuesioner dan observasi lapangan mengindikasikan bahwa siswa memperoleh peningkatan pemahaman tentang konsep dasar robotika serta terdorong untuk lebih berminat pada bidang STEM. Guru pendamping juga menilai kegiatan ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran dan membuka peluang pengembangan robotika sebagai kegiatan ekstrakurikuler di sekolah. Dengan demikian, kegiatan pengenalan robotika tidak hanya berkontribusi pada peningkatan literasi teknologi siswa, tetapi juga menjadi langkah awal dalam membangun ekosistem pendidikan berbasis teknologi yang berkelanjutan di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh.

Kata kunci: robotika, STEM, pengabdian masyarakat, literasi teknologi, SMA Labschool Unsyiah

Abstract— The rapid development of robotics technology has significantly influenced various aspects of life, including the field of education. Robotics, as a multidisciplinary field that integrates mechanics, electronics, and computer science, holds great potential for implementation in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)-based learning. This study aims to describe the implementation of a community service program in the form of a robotics system socialization activity at SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh and to examine its impact on students' knowledge and motivation. The program was conducted through several stages, including needs assessment with the school, preparation of learning materials, classroom sessions, simple hands-on practice, and evaluation. Documentation of the activities indicated a high level of enthusiasm among students throughout the program. Evaluation through questionnaires and direct observation revealed that students gained a better understanding of basic robotics concepts and showed increased interest in STEM-related fields. Teachers also highlighted the relevance of the program to the school's needs and expressed support for developing robotics as an extracurricular activity. Therefore, this socialization activity not only contributes to enhancing students' technological literacy but also serves as an initial step toward building a sustainable technology-based educational ecosystem at SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh.

Keywords: robotics, STEM, community service, technological literacy, SMA Labschool Unsyiah

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam dua dekade terakhir telah menunjukkan laju yang sangat pesat. Salah satu bidang yang berkembang signifikan adalah teknologi robotika. Robotika kini tidak hanya dimanfaatkan pada sektor industri berskala besar, tetapi juga telah merambah ke ranah pendidikan, kesehatan, transportasi, hingga kehidupan sehari-hari. Robot secara umum

didefinisikan sebagai mesin yang dapat diprogram untuk melaksanakan berbagai tugas secara otomatis, baik secara fisik maupun digital, dengan atau tanpa keterlibatan manusia secara langsung [1]. Karakteristik robot yang mampu meniru sebagian perilaku manusia, atau bahkan melaksanakan tugas-tugas yang mustahil dilakukan oleh manusia, menjadikan teknologi ini sangat strategis dalam mempersiapkan generasi masa depan yang kompetitif [2].

Dalam dunia pendidikan, khususnya di tingkat sekolah menengah atas (SMA), pengenalan teknologi robotika memiliki urgensi yang semakin besar. Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk menguasai keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*), literasi digital, kreativitas, serta kemampuan berkolaborasi lintas disiplin. Konsep pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) telah banyak diadopsi di berbagai negara maju sebagai pendekatan untuk menumbuhkan keterampilan tersebut [3]. Robotika, yang mengintegrasikan aspek matematika, fisika, elektronika, pemrograman, dan rekayasa, menjadi salah satu instrumen yang sangat efektif untuk melaksanakan pembelajaran STEM [4].

Di Indonesia, kebutuhan akan penguatan literasi sains dan teknologi bagi siswa SMA telah diatur dalam berbagai kebijakan nasional. Merujuk pada Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2022 tentang Standar Kompetensi Lulusan, salah satu kompetensi penting yang harus dicapai oleh lulusan SMA adalah kemampuan bernalar dengan menggunakan konsep, prosedur, fakta, dan alat matematika untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata [5]. Robotika dapat dijadikan sarana praktis untuk menjembatani pencapaian standar tersebut karena secara alami menggabungkan teori dengan praktik. Melalui kegiatan perakitan, pemrograman, dan pengoperasian robot, siswa berlatih mengaplikasikan konsep abstrak ke dalam konteks nyata, sekaligus mengembangkan keterampilan pemecahan masalah.

SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh merupakan sekolah menengah atas yang berada di bawah naungan Universitas Syiah Kuala. Sebagai sekolah yang berlokasi di kawasan pendidikan perguruan tinggi, Labschool memiliki keunggulan strategis karena dekat dengan sumber daya akademik, tenaga ahli, serta fasilitas pendidikan modern. Namun demikian, meskipun memiliki potensi besar untuk menjadi sekolah rujukan dalam pengembangan pembelajaran berbasis teknologi, pemanfaatan robotika sebagai bagian dari kurikulum maupun kegiatan ekstrakurikuler masih sangat terbatas. Keterbatasan fasilitas, kurangnya tenaga pendidik yang khusus mendalami robotika, serta minimnya akses siswa terhadap perangkat robotika menjadi kendala utama yang perlu diatasi [6].

Universitas Syiah Kuala (USK), melalui Fakultas Teknik khususnya Program Studi Teknik Elektro, memiliki peran penting dalam menjawab tantangan tersebut. Bidang peminatan sistem kendali di program studi ini telah aktif mengembangkan berbagai prototipe robot, seperti *line follower*, *drone*, hingga *Search and Rescue* (SAR) robot. Produk-produk inovatif tersebut tidak hanya bermanfaat untuk kepentingan riset mahasiswa, tetapi juga dapat dijadikan sarana pembelajaran yang aplikatif bagi siswa SMA. Dengan memanfaatkan potensi ini, kegiatan pengabdian masyarakat yang ditujukan untuk SMA Labschool Unsyiah dapat menjadi wadah transfer ilmu yang nyata dan bermanfaat [7].

Program pengabdian kepada masyarakat berupa “Pengenalan Robotika sebagai Media Pembelajaran STEM di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh” dirancang tidak hanya sebagai kegiatan sosialisasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran interaktif. Melalui pemaparan teori,

demonstrasi prototipe robot, hingga kesempatan bagi siswa untuk berinteraksi langsung dengan perangkat, diharapkan kegiatan ini mampu membangun pemahaman yang komprehensif mengenai konsep dasar robotika. Lebih jauh lagi, kegiatan ini bertujuan menumbuhkan minat siswa untuk mengeksplorasi bidang STEM dan menjadikannya sebagai pilihan karier di masa depan [8].

Selain memberikan manfaat akademik, kegiatan ini robotika juga diharapkan menumbuhkan keterampilan non-teknis (*soft skills*) yang krusial di era digital. Dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), siswa akan dilatih untuk bekerja sama dalam kelompok, berkomunikasi secara efektif, serta menyelesaikan tantangan secara kreatif. Kompetensi ini menjadi bekal penting untuk menghadapi dunia kerja yang semakin menekankan kemampuan kolaboratif, inovatif, dan adaptif [9].

Urgensi kegiatan ini semakin jelas ketika dikaitkan dengan tren global. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam pembelajaran robotika mampu meningkatkan motivasi belajar, prestasi akademik, serta memperluas wawasan mengenai peluang karier di bidang STEM [10], [11]. Negara-negara maju bahkan telah memasukkan robotika sebagai salah satu komponen penting dalam kurikulum sekolah menengah. Jika sekolah-sekolah di Indonesia, termasuk SMA Labschool Unsyiah, tidak segera mengadopsi pendekatan serupa, maka akan tertinggal dalam persaingan global. Oleh karena itu, kolaborasi antara USK dan SMA Labschool Unsyiah melalui kegiatan pengabdian masyarakat ini menjadi langkah strategis untuk membangun ekosistem pembelajaran yang progresif dan relevan dengan tuntutan zaman.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengenalan sistem robotika bagi siswa SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh memiliki relevansi yang tinggi, baik dari sisi akademik, sosial, maupun kebijakan. Program ini merupakan upaya strategis untuk meningkatkan literasi teknologi, memperkuat minat siswa dalam bidang STEM, serta menyiapkan sumber daya manusia unggul yang siap menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0. Dengan kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah, kegiatan ini diharapkan menjadi fondasi awal bagi pengembangan kurikulum dan infrastruktur pendidikan berbasis teknologi di SMA Labschool Unsyiah.

II. STUDI PUSTAKA

Robotika merupakan salah satu bidang ilmu multidisipliner yang mengintegrasikan mekanika, elektronika, dan ilmu komputer. Menurut Matarić [1], robotika pada dasarnya bertujuan untuk merancang sistem yang dapat merasakan lingkungan, memproses informasi, serta melakukan aksi secara otonom. Siegwart et al. [2] menegaskan bahwa penguasaan prinsip dasar robotika sejak dini dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep matematika dan fisika yang diajarkan di sekolah menengah.

Dalam konteks pendidikan, robotika dipandang sebagai media yang efektif untuk penerapan pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kegiatan berbasis robotika mampu meningkatkan motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, dan pemecahan masalah pada siswa [3], [4]. Papert [5], melalui konsep *constructionism*,

menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan melalui praktik langsung, yang dapat difasilitasi dengan kegiatan perancangan dan pemrograman robot.

Pengalaman internasional menunjukkan bahwa integrasi robotika dalam kurikulum sekolah menengah memberikan dampak positif jangka panjang. Alimisis [6] menemukan bahwa penerapan robotika dalam pendidikan guru dapat menjadi inovasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, sementara Lee dan Koh [7] membuktikan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis robotika secara signifikan meningkatkan minat siswa terhadap bidang STEM. Penelitian lain oleh Sullivan dan Bers [8] menyoroti bahwa keterlibatan siswa dalam proyek robotika berhubungan erat dengan meningkatnya kemampuan kolaborasi, kreativitas, serta kesiapan mereka untuk menghadapi tantangan teknologi masa depan.

Di Indonesia, penerapan robotika di sekolah menengah masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya pelatihan bagi guru, serta belum adanya kebijakan kurikulum yang secara eksplisit memasukkan robotika sebagai mata pelajaran [9]. Meski demikian, beberapa program berbasis ekstrakurikuler telah menunjukkan hasil positif. Misalnya, kompetisi robotika tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan terbukti mampu meningkatkan antusiasme siswa dalam bidang teknologi [10].

SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh sebagai sekolah laboratorium di bawah Universitas Syiah Kuala memiliki posisi strategis untuk menjadi pionir dalam penerapan pendidikan berbasis robotika di Aceh. Dengan dukungan sumber daya akademik dari perguruan tinggi, kolaborasi ini diharapkan dapat menciptakan model pembelajaran robotika yang berkelanjutan. Hasil penelitian Chen et al. [11] menekankan bahwa keberhasilan implementasi robotika di sekolah sangat dipengaruhi oleh adanya sinergi antara sekolah, perguruan tinggi, dan pihak industri.

Berdasarkan kajian pustaka tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengenalan robotika di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh memiliki landasan teoritis dan empiris yang kuat. Pengenalan robotika tidak hanya memberikan manfaat dalam penguasaan konsep STEM, tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 yang meliputi kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan pemikiran kritis. Dengan demikian, kegiatan pengabdian masyarakat ini berpotensi memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas pendidikan sekaligus mendukung pembangunan sumber daya manusia unggul di Aceh.

III. METODE

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa Pengenalan Robotika sebagai media pembelajaran STEM pada SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif, yang melibatkan pihak sekolah, guru, siswa, dan tim pengabdian dari Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Tahapan kegiatan dirancang secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga pelaporan hasil.

A. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Mitra

Tahap awal dimulai dengan diskusi antara tim pengabdian dan pihak SMA Labschool Unsyiah. Dari hasil diskusi

diketahui bahwa meskipun siswa memiliki minat yang tinggi terhadap bidang teknologi, kesempatan untuk mengenal robotika masih sangat terbatas. Hal ini terutama disebabkan oleh keterbatasan fasilitas pembelajaran robotika dan minimnya kegiatan ekstrakurikuler yang berfokus pada bidang tersebut.

B. Perencanaan Kegiatan

Berdasarkan hasil identifikasi, tim pengabdian menyusun rencana kegiatan yang meliputi:

- Materi pembelajaran: Pengenalan konsep dasar robotika, komponen utama (sensor, aktuator, dan mikrokontroler), serta contoh aplikasi robotika di bidang industri, kesehatan, dan kebencanaan.
- Metode penyampaian: Kombinasi teori melalui presentasi, demonstrasi robot, serta praktik sederhana.
- Sasaran kegiatan: Siswa SMA Labschool Unsyiah kelas X dan XI dengan total peserta sekitar 40 orang.
- Lokasi dan waktu pelaksanaan: Kegiatan dilaksanakan di aula SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh dalam satu hari penuh.

C. Pelaksanaan Kegiatan

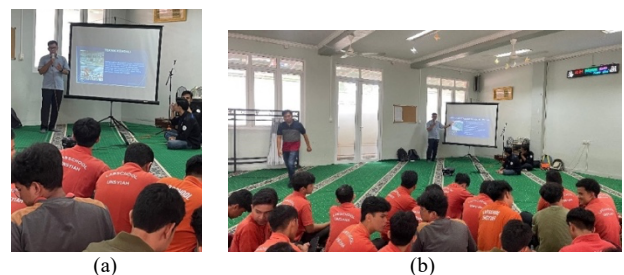
Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Pembukaan

Acara diawali dengan sambutan dari pihak sekolah dan tim pengabdian. Setelah itu, kegiatan dilanjutkan dengan penjelasan singkat mengenai tujuan program dan harapan bagi siswa.

b. Sesi Teori

Tim pengabdian memberikan materi mengenai dasar-dasar robotika, prinsip kerja sistem kendali, serta bidang elektronika dan instrumentasi seperti yang terlihat pada Gambar 1 (a) dan (b). Materi ditampilkan menggunakan media presentasi interaktif.



Gambar 1. Penyampaian materi, (a) Pengenalan teknik kendali, dan (b) Elektronika dan instrumentasi, kepada siswa SMA Labschool Unsyiah

c. Sesi Demonstrasi

Tim pengabdian menampilkan beberapa prototipe robot, seperti robot *line follower* dan robot *Search and Rescue* (SAR). Pada tahap ini, siswa diberi kesempatan mengamati secara langsung cara kerja robot dan berdiskusi mengenai fungsinya.

d. Sesi Praktik Sederhana

Siswa dibagi menjadi kelompok kecil dan dipandu untuk mencoba merangkai rangkaian dasar serta melakukan pemrograman sederhana mikrokontroler. Kegiatan ini bertujuan memberikan pengalaman langsung agar siswa memahami prinsip kerja robotika secara lebih aplikatif.

e. Diskusi dan Tanya Jawab

Setelah sesi praktik, siswa diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai materi yang telah dipelajari serta prospek pengembangan robotika di masa depan. Diskusi berlangsung interaktif dengan antusiasme siswa yang tinggi.

f. Penutupan

Kegiatan diakhiri dengan evaluasi singkat melalui pengisian kuesioner dan diskusi bersama guru pendamping. Selain itu, tim pengabdian menyerahkan cendera mata kepada pihak sekolah sebagai bentuk apresiasi atas kerja sama dalam pelaksanaan program.

D. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan dengan dua pendekatan:

- Kuesioner siswa: Untuk menilai tingkat pemahaman, minat, dan motivasi setelah mengikuti kegiatan.
- Diskusi dengan guru pendamping: Untuk mengetahui relevansi kegiatan dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah serta potensi keberlanjutan kegiatan robotika di Labschool.

E. Luaran Kegiatan

Dari kegiatan ini diperoleh beberapa luaran, antara lain:

- Peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep dasar robotika.
- Pengalaman langsung siswa dalam praktik merangkai dan memprogram perangkat sederhana.
- Rekomendasi pembentukan kegiatan ekstrakurikuler robotika di SMA Labschool Unsyiah.
- Dokumentasi kegiatan yang dapat digunakan sebagai bahan publikasi dan laporan pertanggungjawaban.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengenalan sistem robotika di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh berlangsung dengan lancar sesuai dengan rencana yang telah disusun. Seluruh rangkaian kegiatan mendapat respons positif dari siswa maupun guru pendamping. Antusiasme peserta terlihat sejak sesi pembukaan hingga penutupan kegiatan.

1. Antusiasme Peserta

Jumlah peserta yang hadir sekitar 40 siswa dari kelas X dan XI. Para siswa menunjukkan perhatian penuh selama penyampaian materi, terutama pada saat pemaparan mengenai aplikasi robotika di bidang industri dan kebencanaan. Dokumentasi kegiatan (Gambar 2) menunjukkan bahwa suasana belajar berlangsung kondusif dan interaktif.



Gambar 2. Antusiasme siswa SMA Labschool Unsyiah saat mengikuti kegiatan pengenalan robotika

2. Pemahaman Materi Robotika

Materi yang disampaikan meliputi dasar-dasar sistem kendali, elektronika, serta pemanfaatan mikrokontroler. Gambar 3 menunjukkan sesi pemaparan materi robotika. Siswa dapat memahami konsep-konsep tersebut dengan baik karena penyampaian dilakukan secara bertahap, disertai dengan contoh aplikasi nyata.



Gambar 3. Pemaparan profil USK dan relevansinya dengan pengembangan robotika

3. Interaksi dalam Sesi Praktik dan Diskusi

Salah satu poin penting dalam kegiatan ini adalah sesi praktik sederhana, di mana siswa diarahkan untuk mencoba perakitan dan pemrograman robot sederhana. Pada sesi ini, siswa terlihat antusias untuk bekerja sama dalam kelompok, berdiskusi, dan saling membantu. Interaksi tersebut memberikan pengalaman langsung yang memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep robotika. Gambar 4 menunjukkan suasana diskusi interaktif setelah sesi praktik sederhana.



Gambar 4. Sesi diskusi interaktif antara fasilitator dan siswa

4. Respons Guru dan Dukungan Sekolah

Guru pendamping menyampaikan bahwa kegiatan ini sangat bermanfaat karena memberikan pengalaman baru yang belum pernah diperoleh siswa melalui kurikulum reguler. Pihak sekolah juga menyatakan dukungan untuk mengembangkan kegiatan robotika sebagai salah satu kegiatan ekstrakurikuler di Labschool Unsyiah.

5. Dampak Kegiatan terhadap Siswa

Kegiatan ini berhasil meningkatkan motivasi siswa untuk mempelajari bidang STEM, khususnya robotika. Beberapa siswa menyampaikan ketertarikan untuk mendalami bidang teknik elektro dan informatika setelah lulus dari SMA. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengenalan robotika dapat memberikan inspirasi karir sekaligus membangun kepercayaan diri siswa dalam menghadapi perkembangan teknologi masa depan.

V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa Pengenalan Robotika sebagai Media Pembelajaran STEM di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh telah terlaksana dengan baik dan memberikan dampak yang nyata bagi peserta. Melalui rangkaian kegiatan yang mencakup pemaparan materi, demonstrasi, hingga praktik sederhana, siswa memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep dasar robotika serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Antusiasme siswa terlihat dari partisipasi aktif selama diskusi dan praktik, yang menunjukkan peningkatan minat mereka terhadap bidang STEM, khususnya teknik elektro, informatika, dan robotika.

Selain memberikan manfaat akademik, kegiatan ini juga memperkuat keterampilan sosial siswa melalui kerja sama kelompok dan diskusi interaktif. Respons positif dari guru dan pihak sekolah menegaskan bahwa kegiatan ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran di Labschool Unsyiah, bahkan membuka peluang untuk mengembangkan robotika sebagai salah satu kegiatan ekstrakurikuler. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan literasi teknologi siswa, tetapi juga mendukung upaya sekolah dalam mempersiapkan generasi muda yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan tuntutan era Revolusi Industri 4.0.

Secara keseluruhan, kegiatan pengenalan robotika di SMA Labschool Unsyiah Banda Aceh dapat menjadi model awal pengembangan program pendidikan berbasis teknologi yang berkelanjutan. Ke depan, kegiatan serupa perlu terus diperluas, baik dari segi cakupan materi maupun jumlah

peserta, agar manfaat yang dihasilkan semakin besar dan memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan mutu pendidikan di tingkat sekolah menengah.

REFERENSI

- [1] M. J. Matarić, *The Robotics Primer*, Cambridge, MA: MIT Press, 2007.
- [2] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.
- [3] J. M. Wing, "Computational thinking," *Communication of the ACM*, vol. 49, iss. 3, pp. 33–35, 2006.
- [4] F. B. V. Benitti, "Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review," *Computers & Education*, vol. 58, iss. 3, pp. 978–988, 2012.
- [5] Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Nomor 5 Tahun 2022 tentang Standar Kompetensi Lulusan*, Jakarta: Kemendikbudristek, 2022.
- [6] R. Mudaly, and T. Chirikure, "STEM education in the Global North and Global South: Competition, conformity, and convenient collaborations," *Frontiers in Education*, vol. 8, 2023.
- [7] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, New York, NY: Basic Books, 1980.
- [8] M. Moro, D. Alimisis, and L. Iocchi, *Educational Robotics in the Context of the Maker Movement*, Switzerland: Springer Nature, 2020.
- [9] N. Drakatos, and E. Stompou, "The perspective of STEM education through the usage of Robotics," *World Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 18, iss. 3, pp. 901–913, 2023.
- [10] A. Sullivan, and M. U. Bers, "Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade," *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 26, pp. 3–20, 2016.
- [11] K. Wang, G. -Y. Sang, L. -Z. Huang, S. -H. Li, and J. -W. Guo, "The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: A meta-analysis," *Sustainability*, vol. 15, no. 5, p. 4637, 2023.