

Pemanfaatan Robotika untuk Meningkatkan Minat Belajar Sains pada Anak Sekolah

Adelia Maharani

Universitas Singaperbangsa Karawang

e-mail: adeliamhrn88@gmail.com

Article Info

Article history:

Received 27-02-2025

Revised 24-03-2025

Accepted 09-04-2025

Kata Kunci:

Pemanfaatan Robotika,
Meningkatkan Minat
Belajar, Sains, Anak
Sekolah.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pemanfaatan robotika untuk meningkatkan minat belajar sains pada anak sekolah. Robotika memungkinkan pembelajaran yang lebih interaktif, aplikatif, dan menarik, sehingga mampu meningkatkan motivasi serta pemahaman siswa terhadap konsep sains. Studi ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan analisis literatur untuk mengeksplorasi manfaat, implementasi, serta tantangan dalam penerapan robotika di pendidikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robotika dapat meningkatkan keterlibatan siswa, mengembangkan keterampilan abad ke-21, serta memperkuat pemahaman konsep STEM. Namun, hambatan seperti keterbatasan biaya, kesiapan guru, dan akses teknologi masih menjadi tantangan utama. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari sekolah, pelatihan bagi guru, serta kebijakan pendidikan yang mendukung integrasi robotika dalam kurikulum. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan berbasis teknologi, termasuk robotika, dapat menjadi strategi inovatif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran sains di sekolah.



©2022 Authors. Published by Sabajaya Publisher. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Pemanfaatan robotika dalam pendidikan telah terbukti sebagai strategi efektif untuk meningkatkan minat belajar sains pada anak sekolah. Pendekatan ini tidak hanya mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan masa depan, tetapi juga mengembangkan berbagai keterampilan penting yang diperlukan dalam kehidupan dan dunia kerja.

Di era teknologi yang berkembang pesat, penguasaan robotika memberikan bekal bagi anak-anak untuk beradaptasi dengan dunia kerja yang semakin terotomatisasi. Dengan mempelajari robotika sejak dini, mereka lebih siap menghadapi tantangan dan peluang di masa mendatang. Penelitian oleh Latip (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dengan media robot edukasi meningkatkan perhatian dan keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Melalui proyek robotika, siswa dilatih untuk berpikir logis, menganalisis masalah, dan mencari solusi kreatif. Proses merancang, membangun, dan memprogram robot menuntut mereka untuk mengasah keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Studi oleh Gumilang et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan robotika sederhana dapat membangun minat siswa terhadap STEM melalui pengalaman praktis dalam merakit dan memprogram robot.

Robotika juga mendorong siswa untuk berkreasi, mengembangkan ide-ide baru, dan mencoba berbagai pendekatan dalam mencapai tujuan. Mereka belajar untuk berani mencoba hal baru dan tidak takut gagal, karena kegagalan adalah bagian dari proses pembelajaran. Penelitian oleh Prasetyo et al. (2022) menekankan pentingnya pengenalan robotika untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan minat siswa dalam bidang tersebut.

Sebagai bagian integral dari pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), robotika membantu anak-anak memahami konsep dasar fisika, matematika, dan teknik serta cara mengaplikasikannya dalam proyek nyata. Hal ini membantu mereka memahami keterkaitan ilmu-ilmu tersebut dengan kehidupan sehari-hari. Latip (2020) menemukan bahwa siswa menunjukkan minat belajar yang baik dalam pembelajaran STEM-Robotik, yang mencakup perhatian, keterlibatan, dan manfaat yang diperoleh.

Proyek robotika sering kali dilakukan dalam tim, mendorong siswa untuk bekerja sama, berkomunikasi secara efektif, dan menghargai pendapat orang lain. Keterampilan ini sangat penting dalam dunia kerja dan kehidupan sosial. Penelitian oleh Gumilang et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan robotika dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi siswa.

Dengan terlibat dalam robotika, siswa menjadi lebih tertarik pada teknologi dan inovasi, membuka peluang bagi mereka untuk mengeksplorasi karier di bidang teknologi dan rekayasa di masa depan. Studi oleh Prasetyo et al. (2022) menunjukkan bahwa pengenalan robotika dapat meningkatkan minat dan bakat siswa dalam bidang tersebut.

Selain itu, merakit robot dan membangun model sains melibatkan kemampuan motorik dan kecerdasan spasial. Anak-anak diajak untuk merangkai berbagai komponen dengan presisi, mengkoordinasikan gerakan tangan dan mata, serta memahami konsep ruang dan dimensi. Penelitian oleh Latip (2020) menunjukkan bahwa siswa mendapatkan manfaat yang baik dalam pembelajaran STEM-Robotik, termasuk dalam pengembangan keterampilan motorik dan spasial.

Penggunaan robotika membantu siswa mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi. Gumilang et al. (2023) menekankan bahwa pelatihan robotika sederhana dapat membangun minat STEM melalui pengalaman praktis.

Kursus robotika dapat mendorong minat siswa pada mata pelajaran STEM dengan cara yang lebih praktis dan menyenangkan. Latip (2020) menemukan bahwa siswa menunjukkan keterlibatan yang baik dalam pembelajaran STEM-Robotik, yang mencakup perhatian, keterlibatan, dan manfaat yang diperoleh.

Melalui robotika, anak-anak juga dapat mempelajari bahasa pemrograman sederhana seperti Scratch, yang menyediakan lingkungan visual dan ramah pengguna. Mereka dapat memprogram robot untuk melakukan tugas tertentu dan bereaksi terhadap berbagai masukan, serta mempelajari bahasa pemrograman yang lebih maju seperti Python seiring kemajuan mereka. Gumilang et al. (2023) menekankan bahwa pelatihan robotika dapat meningkatkan keterampilan pemrograman siswa.

Pengenalan robotika kepada anak-anak sekolah dasar adalah cara yang tepat untuk membangkitkan rasa ingin tahu mereka dan menumbuhkan minat serta bakat pada bidang robotika dengan cara yang sederhana dan sesuai dengan karakter dunia anak-anak. Prasetyo et al. (2022) menekankan pentingnya pengenalan robotika untuk membangkitkan minat siswa dalam bidang tersebut.

Pelatihan robotika sederhana di sekolah dasar dapat meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran STEM, memberikan pengalaman praktis dalam merakit dan memprogram robot sederhana, serta membangun pemahaman yang lebih baik terhadap konsep sains dan teknologi. Gumilang et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan robotika dapat membangun minat STEM melalui pengalaman praktis.

Dengan demikian, pemanfaatan robotika dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan minat belajar sains pada anak sekolah, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk sukses di masa depan. Pengajaran robotika dan informatika dapat mempersiapkan anak-anak untuk menghadapi tantangan global, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi yang akan membantu mereka dalam berbagai aspek kehidupan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif untuk memahami bagaimana pemanfaatan robotika meningkatkan minat belajar sains pada anak sekolah. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan fenomena secara natural tanpa manipulasi variabel serta memberikan wawasan mendalam tentang persepsi dan dampak pembelajaran berbasis robotika (Creswell, 2021).

Subjek penelitian adalah siswa sekolah dasar dan menengah yang mengikuti pembelajaran robotika, baik dalam kegiatan intrakurikuler maupun ekstrakurikuler. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive sampling* di sekolah-sekolah yang telah menerapkan robotika dalam kurikulum atau memiliki klub robotika aktif.

Teknik pengumpulan data meliputi wawancara mendalam dengan siswa, guru, dan orang tua (Miles & Huberman, 2020), observasi partisipatif dalam kegiatan pembelajaran robotika (Merriam & Tisdell, 2022), serta dokumentasi kurikulum sekolah dan portofolio proyek siswa (Patton, 2021).

Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman (2020), yang mencakup reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Untuk meningkatkan validitas, dilakukan triangulasi dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi (Denzin & Lincoln, 2020). Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap motivasi siswa dalam belajar sains serta faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas pembelajaran robotika di sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Robotika merupakan cabang ilmu yang menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti teknik elektro, teknik mesin, dan ilmu komputer untuk menciptakan sistem yang dapat melakukan tugas secara otomatis atau semi-otomatis (Alimisis, 2021). Dalam konteks pendidikan, robotika digunakan sebagai alat pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan teknis dan analitis melalui interaksi langsung dengan perangkat robotik.

Penerapan robotika dalam pendidikan melibatkan berbagai pendekatan, seperti pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*), dan pendekatan berbasis permainan (*gamification*). Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa merancang, membangun, dan memprogram robot, sehingga mereka belajar melalui pengalaman langsung (*hands-on learning*). Pembelajaran berbasis masalah membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dengan menyelesaikan tantangan yang diberikan melalui teknologi robotik (Papadakis, 2022). Sementara itu, pendekatan berbasis permainan menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan, meningkatkan motivasi siswa dalam memahami konsep-konsep sains dan teknologi (Eguchi, 2020).

Robotika juga dapat diterapkan di berbagai jenjang pendidikan, mulai dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi. Di tingkat sekolah dasar, robotika diperkenalkan melalui alat sederhana seperti LEGO Mindstorms dan VEX Robotics, yang membantu siswa memahami konsep dasar mekanika dan pemrograman. Di tingkat menengah dan atas, siswa dapat menggunakan platform yang lebih kompleks seperti Arduino dan Raspberry Pi untuk membangun dan mengembangkan proyek yang lebih canggih (Belpaeme et al., 2021).

Penggunaan robotika dalam pendidikan telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Awalnya, robotika hanya digunakan dalam bidang industri dan penelitian, tetapi seiring perkembangan teknologi dan inovasi dalam metode pembelajaran, robotika mulai diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan (Mubin et al., 2021).

Pada awal 1980-an, program robotika pendidikan pertama kali diperkenalkan oleh Papert melalui Logo Programming Language yang dikembangkan oleh Seymour Papert di MIT Media Lab. Program ini memungkinkan siswa untuk mengontrol robot sederhana yang dikenal sebagai "Turtle Robot" melalui bahasa pemrograman berbasis grafis. Sejak itu, perkembangan teknologi komputer dan kecerdasan buatan semakin memperluas penggunaan robotika dalam pendidikan.

Di era 2000-an, berbagai perusahaan teknologi mulai mengembangkan platform robotika yang dirancang khusus untuk pembelajaran, seperti LEGO Mindstorms, Arduino, dan VEX Robotics. Program-program ini memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan pemrograman dan teknik dengan cara yang lebih interaktif dan aplikatif (Bers, 2022). Selain itu, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) juga semakin memperkaya pembelajaran robotika dengan memungkinkan interaksi yang lebih kompleks antara siswa dan sistem robotik.

Saat ini, robotika tidak hanya digunakan dalam pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), tetapi juga telah diintegrasikan dalam berbagai disiplin ilmu lain seperti seni, musik, dan pendidikan inklusif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan robot sosial dalam pendidikan dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, terutama bagi mereka yang memiliki kebutuhan khusus (Kim et al., 2021).

Pembelajaran berbasis robotika memiliki banyak manfaat dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21, termasuk pemecahan masalah (*problem-solving*), berpikir kritis (*critical thinking*), dan kreativitas (*creativity*). Robotika mendorong siswa untuk menghadapi tantangan dan mencari solusi secara mandiri. Ketika siswa merancang dan memprogram robot, mereka sering kali menghadapi masalah teknis yang harus diselesaikan, seperti kesalahan dalam pemrograman atau desain mekanik. Hal ini melatih mereka dalam menganalisis masalah dan menemukan solusi yang efektif (Sullivan & Bers, 2020). Selain itu, robotika juga membantu siswa dalam berpikir kritis dengan mengevaluasi

informasi, menguji hipotesis, dan membuat keputusan berdasarkan data yang diperoleh. Siswa harus memahami hubungan sebab-akibat dan bagaimana berbagai komponen robotik bekerja bersama untuk mencapai tujuan tertentu (Cheng et al., 2021).

Tidak hanya itu, pembelajaran berbasis robotika juga meningkatkan kreativitas siswa. Robotika memberikan kebebasan bagi siswa untuk merancang dan membangun robot sesuai dengan imajinasi mereka. Dalam proyek robotika, siswa dapat mengeksplorasi berbagai kemungkinan desain dan fungsi, yang membantu mereka mengembangkan inovasi dan ide-ide baru (Bers, 2022). Selain meningkatkan keterampilan individu, robotika juga memperkuat keterampilan kolaborasi dan komunikasi, karena banyak proyek robotika dilakukan secara tim. Hal ini mengharuskan siswa bekerja sama, berbagi ide, dan mendiskusikan solusi bersama (Kim et al., 2021). Dengan demikian, penggunaan robotika dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sains dan teknologi, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan sosial dan kognitif yang penting untuk dunia kerja di masa depan.

Minat belajar merupakan aspek psikologis yang mendorong seseorang untuk terlibat dalam suatu aktivitas belajar secara sukarela dan antusias. Menurut Schunk & DiBenedetto (2021), minat belajar adalah kecenderungan individu untuk memperhatikan, memahami, serta terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Dalam konteks sains, minat belajar menjadi faktor krusial dalam membangun pemahaman konsep-konsep ilmiah yang kompleks. Minat belajar sains dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam diri siswa (*intrinsic factors*) maupun dari lingkungan (*extrinsic factors*). Faktor intrinsik mencakup rasa ingin tahu, motivasi intrinsik, dan persepsi siswa terhadap relevansi materi sains dalam kehidupan sehari-hari (Ryan & Deci, 2020). Sementara itu, faktor ekstrinsik meliputi metode pembelajaran yang digunakan oleh guru, lingkungan sekolah, dukungan keluarga, serta ketersediaan media pembelajaran yang menarik dan interaktif (Wang et al., 2021).

Salah satu faktor yang berpengaruh besar terhadap peningkatan minat belajar sains adalah metode pembelajaran yang interaktif. Metode pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif siswa, seperti pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), pembelajaran berbasis permainan (*gamification*), serta penggunaan teknologi inovatif seperti robotika dan simulasi virtual, terbukti dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Kuo et al., 2022). Interaksi yang lebih aktif dalam proses belajar dapat meningkatkan keterlibatan emosional dan kognitif siswa, sehingga mereka merasa lebih tertarik terhadap materi yang diajarkan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketika siswa terlibat langsung dalam eksperimen sains atau proyek robotika, mereka lebih termotivasi untuk mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah dan menerapkannya dalam kehidupan nyata (Sullivan & Bers, 2021). Selain itu, pendekatan berbasis teknologi juga memungkinkan personalisasi pembelajaran, di mana siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar mereka sendiri, yang pada akhirnya meningkatkan minat serta hasil belajar mereka (Chang et al., 2020).

Berbagai studi sebelumnya telah mengkaji efektivitas pendekatan berbasis teknologi dalam meningkatkan minat belajar sains. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Anwar et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan robotika dalam pembelajaran sains tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep ilmiah tetapi juga mendorong siswa untuk lebih aktif dalam eksplorasi ilmiah. Studi lain yang dilakukan oleh Blanchard et al. (2021) menemukan bahwa pembelajaran berbasis teknologi, seperti penggunaan simulasi dan eksperimen berbasis komputer, dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep ilmiah yang abstrak. Selain itu, penelitian oleh Villavicencio & Bernardo (2022) menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan menggunakan metode berbasis teknologi menunjukkan tingkat motivasi dan kepercayaan diri yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang belajar menggunakan metode konvensional. Dengan demikian, penerapan pendekatan interaktif berbasis teknologi, seperti robotika, memiliki potensi besar dalam meningkatkan minat belajar sains pada siswa dan memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep ilmiah yang kompleks.

Implementasi robotika dalam pembelajaran sains telah menjadi inovasi pendidikan yang efektif dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah. Robotika dapat diterapkan dalam kurikulum sekolah melalui integrasi dalam mata pelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Menurut Alimisis (2021), penggunaan robotika dalam kurikulum sekolah bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kolaborasi siswa dalam lingkungan belajar yang lebih interaktif. Dalam praktiknya, sekolah dapat mengintegrasikan

robotika dalam berbagai tingkatan pendidikan, mulai dari pendidikan dasar hingga menengah, dengan pendekatan yang disesuaikan dengan tingkat kognitif siswa. Beberapa sekolah telah memasukkan robotika sebagai bagian dari mata pelajaran sains dan teknologi, sementara yang lain mengadopsinya sebagai bagian dari kegiatan ekstrakurikuler atau klub robotika (Chalmers et al., 2022).

Salah satu model pembelajaran berbasis robotika yang banyak digunakan adalah *Project-based learning* (PBL), di mana siswa diberikan proyek nyata yang menantang mereka untuk membangun, memprogram, dan menguji robot dalam menyelesaikan suatu permasalahan ilmiah. Melalui PBL, siswa tidak hanya belajar tentang mekanisme kerja robot tetapi juga mengembangkan pemahaman tentang konsep fisika, matematika, dan logika pemrograman (Sullivan & Bers, 2021). Selain itu, metode *Problem-based learning* (PBL) juga diterapkan dalam pembelajaran berbasis robotika, di mana siswa didorong untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah nyata menggunakan teknologi robotik (Hussain et al., 2021). Pendekatan lain yang semakin populer adalah gamifikasi, di mana pembelajaran robotika dikemas dalam bentuk tantangan atau kompetisi yang meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Kim et al., 2022).

Dalam implementasinya, berbagai perangkat dan platform robotika digunakan untuk mendukung pembelajaran. Salah satu platform yang populer adalah Lego Mindstorms, yang memungkinkan siswa untuk membangun dan memprogram robot dengan antarmuka yang intuitif serta menggunakan sensor dan aktuator yang canggih (Bers, 2020). Selain itu, Arduino merupakan platform robotika berbasis *open-source* yang banyak digunakan dalam pembelajaran pemrograman dan elektronika. Dengan Arduino, siswa dapat membuat berbagai proyek interaktif, seperti sensor suhu, motor servo, dan sistem otomatisasi sederhana (López et al., 2021). VEX Robotics juga menjadi pilihan lain dalam pembelajaran robotika, khususnya dalam kompetisi robotika tingkat sekolah menengah dan perguruan tinggi. VEX Robotics menawarkan sistem modular yang memungkinkan siswa untuk merancang dan mengembangkan robot dengan fitur yang lebih kompleks (Nagchaudhuri et al., 2022).

Secara keseluruhan, implementasi robotika dalam pembelajaran sains memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif bagi siswa. Dengan metode pembelajaran yang berbasis proyek, pemecahan masalah, dan gamifikasi, serta dukungan dari perangkat robotika yang mudah digunakan, siswa dapat mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam tentang sains dan teknologi. Penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan pendekatan berbasis robotika lebih termotivasi, lebih aktif dalam eksplorasi ilmiah, dan memiliki pemahaman yang lebih kuat terhadap konsep STEM dibandingkan dengan siswa yang belajar dengan metode konvensional (Benitti, 2020). Oleh karena itu, semakin banyak sekolah yang mulai mengadopsi robotika sebagai bagian dari strategi pembelajaran modern untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains dan teknologi.

Pemanfaatan robotika dalam pembelajaran sains telah menunjukkan dampak positif yang signifikan terhadap minat belajar siswa. Salah satu manfaat utama dari integrasi robotika dalam pendidikan adalah peningkatan partisipasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Robotika memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional, sehingga dapat meningkatkan motivasi siswa untuk memahami konsep-konsep sains yang sering kali dianggap abstrak dan sulit (Chalmers et al., 2022). Dengan adanya elemen eksploratif dan eksperimental dalam pembelajaran robotika, siswa menjadi lebih aktif dalam mengajukan pertanyaan, berdiskusi, serta berpartisipasi dalam pemecahan masalah ilmiah secara langsung.

Selain meningkatkan keterlibatan siswa, pemanfaatan robotika juga berkontribusi pada pemahaman konsep sains secara praktis. Siswa dapat mengamati langsung bagaimana prinsip-prinsip sains, seperti hukum gerak Newton, elektromagnetisme, dan konsep mekanika, diterapkan dalam pergerakan dan fungsi robot (Bers, 2020). Melalui pendekatan berbasis proyek dan eksperimen, siswa dapat menghubungkan teori yang mereka pelajari di kelas dengan aplikasi nyata, yang pada akhirnya memperkuat pemahaman mereka terhadap materi pelajaran (Sullivan & Bers, 2021).

Beberapa studi kasus menunjukkan keberhasilan implementasi robotika dalam meningkatkan minat belajar sains di sekolah. Misalnya, penelitian oleh Hussain et al. (2021) menemukan bahwa siswa yang belajar menggunakan robotika menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dibandingkan dengan siswa yang menggunakan metode pembelajaran tradisional. Di Finlandia, program pembelajaran berbasis robotika telah diintegrasikan dalam kurikulum nasional, dan hasilnya menunjukkan bahwa siswa lebih antusias dalam belajar sains

dan teknologi dibandingkan dengan kurikulum sebelumnya (Kim et al., 2022). Sementara itu, di Amerika Serikat, berbagai kompetisi robotika seperti FIRST Robotics dan VEX Robotics telah menjadi wadah bagi siswa untuk mengembangkan minat dan keterampilan STEM secara lebih mendalam (Nagchaudhuri et al., 2022).

Meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi robotika dalam pembelajaran sains juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu kendala utama adalah biaya yang tinggi untuk pengadaan perangkat robotika, termasuk perangkat keras seperti robot Lego Mindstorms, Arduino, dan VEX Robotics, serta perangkat lunak pendukungnya. Banyak sekolah, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas, kesulitan untuk mengalokasikan anggaran untuk membeli peralatan robotika dan mendanai program pelatihan bagi guru (Benitti, 2020). Selain itu, kesiapan tenaga pengajar juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan penerapan robotika di sekolah. Tidak semua guru memiliki keterampilan teknis yang memadai untuk mengajarkan robotika, sehingga diperlukan program pelatihan yang komprehensif agar guru dapat menguasai konsep dasar robotika dan strategi pembelajarannya (López et al., 2021).

Aksesibilitas teknologi juga menjadi kendala dalam implementasi robotika, terutama di daerah pedesaan atau negara berkembang yang memiliki keterbatasan dalam infrastruktur digital dan konektivitas internet. Selain itu, resistensi terhadap perubahan dalam sistem pendidikan juga dapat menghambat adopsi robotika sebagai bagian dari kurikulum, terutama jika tidak ada kebijakan yang jelas dari pemerintah atau institusi pendidikan (Chalmers et al., 2022).

Untuk mengatasi hambatan ini, beberapa solusi dapat diterapkan, seperti mencari pendanaan dari pihak eksternal, termasuk hibah pendidikan, sponsor dari perusahaan teknologi, atau program kerja sama antara sekolah dan industri teknologi (Sullivan & Bers, 2021). Selain itu, pelatihan guru harus menjadi prioritas utama agar mereka dapat mengintegrasikan robotika ke dalam pembelajaran dengan cara yang efektif dan menarik. Sekolah juga dapat memanfaatkan sumber daya berbasis open-source, seperti Arduino dan Raspberry Pi, yang relatif lebih murah dan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran yang fleksibel (Nagchaudhuri et al., 2022).

Pemerintah dan lembaga pendidikan juga perlu mengadopsi kebijakan yang mendukung pemanfaatan robotika dalam pembelajaran. Kebijakan ini dapat mencakup pengalokasian anggaran khusus untuk pengadaan teknologi robotika, pengembangan kurikulum yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis robotika, serta penyediaan pelatihan bagi guru dan tenaga pendidik (Kim et al., 2022). Dengan adanya dukungan kebijakan yang tepat, diharapkan robotika dapat menjadi bagian integral dari sistem pendidikan dan membantu meningkatkan kualitas pembelajaran sains di sekolah-sekolah.

KESIMPULAN

Robotika terbukti meningkatkan minat belajar sains dengan menghadirkan pembelajaran yang interaktif dan aplikatif (Sullivan & Bers, 2021). Siswa lebih termotivasi karena robotika memungkinkan eksplorasi konsep STEM dengan cara yang menarik dan menantang (Kim et al., 2022). Selain itu, penggunaan robotika juga mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi (Benitti, 2020).

Agar implementasi robotika lebih efektif, sekolah perlu mengintegrasikannya dalam kurikulum dan menyediakan fasilitas yang memadai. Guru juga harus mendapatkan pelatihan agar dapat memanfaatkan robotika secara optimal dalam pembelajaran. Selain itu, pembuat kebijakan harus mendukung program ini dengan alokasi dana, pengembangan kurikulum, dan kemitraan dengan industri (Hussain et al., 2021).

Studi ini menunjukkan bahwa teknologi robotika dapat menjadi alat pembelajaran yang efektif dalam pendidikan STEM. Di masa depan, pendekatan berbasis teknologi lain, seperti VR dan AI, juga perlu dikaji untuk meningkatkan hasil belajar. Selain itu, pengembangan kurikulum berbasis eksplorasi dan praktik perlu terus dilakukan agar lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi (Chalmers et al., 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Alimisis, D. (2021). *Educational Robotics in the Era of Industry 4.0: A New Paradigm for Learning*. Springer.
- Anwar, S., Bascou, N., Menekse, M., & Kardgar, A. (2021). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of STEM Education Research*, 4(1), 25-45.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2021). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 6(58).
- Benitti, F. B. V. (2020). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bers, M. U. (2020). *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. Routledge.
- Bers, M. U. (2022). *Beyond Coding: How Children Learn Human Values through Programming*. MIT Press.
- Blanchard, M. R., Gutierrez, K. S., & Schultz, S. M. (2021). The effectiveness of digital simulations for science education: A meta-analysis. *International Journal of Science Education*, 43(4), 567-589.
- Chalmers, C., Carter, M., Cooper, T., & Nason, R. (2022). A systematic review of the use of robotics in primary and secondary education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 22.
- Chang, C. Y., Hwang, G. J., & Liu, Z. F. (2020). A systematic review of research on AI-assisted learning: Applications and implications. *Educational Technology & Society*, 23(3), 1-15.
- Cheng, G., Sun, J., & Chen, X. (2021). Integrating educational robotics to foster problem-solving skills: A meta-analysis. *Computers & Education*, 172, 104271.
- Creswell, J. W. (2021). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2020). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Eguchi, A. (2020). Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation. *International Journal of Social Robotics*, 12(3), 567-578.
- Gumilang, Y. S., Rozaq, A., Sonalitha, E., Rabi, A., Sumarahinsih, A., Krisdianto, & Fahreza, M. A. (2023). Pengenalan dan Pelatihan Robotika Sederhana untuk Membangun Minat STEM pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Abdimas BSI*, 9(1), 1-8.
- Hussain, M., Lindh, J., & Shukur, G. (2021). The role of problem-based learning in developing STEM education skills using robotics. *European Journal of Engineering Education*, 46(5), 755-774.
- Kim, C., Jeong, H., & Lee, J. (2021). The impact of social robots on enhancing student engagement in STEM education: A systematic review. *Computers & Education*, 167, 104181.
- Kim, Y. R., Choi, M., & Lee, J. (2022). Gamification in educational robotics: Enhancing student motivation and learning outcomes. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 568-589.
- Kuo, Y. C., Belland, B. R., & Janak, E. A. (2022). Scaffolding and motivation in game-based learning environments: A review of literature. *Educational Psychology Review*, 34(2), 487-511.
- Latip, A. (2020). Minat Belajar Peserta Didik SMP pada Pembelajaran STEM dengan Media Robot Edukasi. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 1(2), 86-94.
- López, J., Sáez-López, J. M., & Miralles-Martínez, P. (2021). Arduino in STEM education: A review of research and practice. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 415-431.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2022). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2020). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J. (2021). A review of the applicability of robots in education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 65-85.
- Nagchaudhuri, A., Singh, G., & Brown, S. (2022). VEX Robotics as a platform for STEM education and outreach. *Journal of STEM Education*, 23(1), 78-92.
- Papadakis, S. (2022). The use of educational robotics for early childhood STEM education: A review of the literature. *Education and Information Technologies*, 27(5), 7055-7081.

- Patton, M. Q. (2021). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice* (5th ed.). SAGE Publications.
- Prasetyo, A. P., Setiawan, D., & Wijaya, A. F. (2022). Pengenalan Robotika kepada Anak-anak Sekolah Dasar. *Jurnal Abdimas Hasil Eksplorasi*, 2(1), 1-6.
- Rohmah, M. (2022). Pemanfaatan Sarana dan Prasarana sebagai Pendukung Kegiatan Ekstrakurikuler Robotik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 13(1), 45-55.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.
- Sari, D. P., & Wibowo, A. (2020). Pengaruh Kegiatan Robotika Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Usia SD. *Jurnal Pendidikan*, 8(2), 101-110.
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2021). Motivation and social-emotional learning: Theory, research, and practice. *Contemporary Educational Psychology*, 64, 101940.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2020). Robotics in early childhood education: Developing computational thinking through educational robotics. *Journal of Educational Computing Research*, 57(4), 633–658.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2021). The impact of educational robotics on student motivation and engagement. *Computers in Human Behavior*, 125, 106935.
- Villavicencio, F. T., & Bernardo, A. B. I. (2022). The role of digital learning environments in fostering student motivation and self-efficacy. *Educational Psychology*, 42(6), 765-782.
- Wang, S., Wang, H., & Liu, X. (2021). Factors influencing student engagement in STEM education: A cross-cultural study. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(7), 1023-1045.