



Pengenalan dan Pelatihan Robot Lego pada Siswa Sekolah Menengah Pertama Sebagai Implementasi Pembelajaran STEM di Sekolah

Yandhika Surya Akbar Gumilang^{1*}, Abdul Rozaq², Elta Sonalitha³, Abd. Rabi⁴, Andrijani Sumarahinsih⁵, Krisdianto⁶, Moch. Aditya Rizky Fahreza⁷ 

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Malang, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received January 09, 2023

Revised January 12, 2023

Accepted May 10, 2023

Available online May 25, 2023

Kata Kunci :

Pelatihan, Robotika, Robot Lego, STEM

Keywords:

Training, Robotics, Lego Robot, STEM



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright ©2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha

ABSTRAK

Pembelajaran STEM di Indonesia masih perlu perhatian. Pendidikan STEM dapat meningkatkan kognitif, afektif dan psikomotorik siswa. Salah satu hal yang dapat meningkatkan pembelajaran STEM adalah melalui Pelatihan robot lego. Penelitian ini akan membahas implementasi pembelajaran STEM melalui pengenalan dan pelatihan robot lego. Pelatihan ini diadakan di SMP Bani Hasyim Kabupaten Malang. Pelatihan ini juga selaras dengan visi misi SMP Bani Hasyim yang menganut sistem pembelajaran inovatif dan kreatif. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif kualitatif melalui wawancara siswa-siswi dan guru sebelum dan sesudah pelatihan. Dilakukan FGD dengan guru dari SMP Bani Hasyim sebelum pelatihan berlangsung, agar dapat membuat media pembelajaran yang sesuai dengan levelnya. Peserta pelatihan berjumlah 22 siswa-siswi. Pada pelatihan terdapat 2 kegiatan yaitu pemamparan materi dan praktik langsung. Peserta dibagi 2 kelompok. Dalam merakit robot lego para peserta diberi sebuah misi yang harus dikerjakan. Para peserta berhasil menjalankan misi yang diberikan. Setelah pelatihan ini dilakukan pemahaman siswa terhadap teknologi dan robot meningkat. 80% peserta ingin mendalami robotika lebih lanjut. Dapat disimpulkan bahwa pelatihan ini menarik minat siswa-siswi SMP Bani Hasyim, namun perlu adanya kegiatan serupa secara berkelanjutan.

ABSTRACT

STEM learning in Indonesia still needs attention. STEM education can improve students' cognitive, affective and psychomotor. One of the things that can improve STEM learning is through Lego robot training. This research will discuss the implementation of STEM learning through the introduction and training of Lego robots. This training was held at SMP Bani Hasyim, Greater Malang. This training is also in line with the vision of SMP Bani Hasyim which adheres to an innovative and creative learning system. Method used is a qualitative descriptive method through interviews with students and teachers before and after training. FGDs were conducted with teachers from SMP Bani Hasyim before the training took place, in order to be able to make learning media appropriate to their level. Training have 22 student participants. In the training there were 2 activities, material presentation and hands-on practice. Participants were divided into 2 groups. In hands-on practice, participants were given a mission to complete. Participants successfully carry out the mission given. After this training, students' understanding of technology and robots increases. 80% of participants wanted to learn more about robotics. It can be concluded that this training attracted the interest of SMP Bani Hasyim students, but similar activities need to be held on an ongoing basis.

1. PENDAHULUAN

Pada era society 5.0 teknologi semakin dekat pada masyarakat. Semua sisi lini kehidupan saat ini memerlukan teknologi (Dinna Ririn Agustina, 2019; Setyowati & Nasir Ahmad, 2021). Termasuk pada bidang pendidikan, Indonesia harus mempersiapkan teknologi masuk kedalam sistem kurikulum (Nastiti & Abdu, 2020), itu dapat mempersiapkan siswa menuju era society 5.0 dengan lebih cepat. Robotika merupakan hasil dari perkembangan zaman dari majunya teknologi. Robotika telah berkembang sangat pesat di era sekarang. Salah satu manfaat robotika yaitu dibidang industri, perkembangan dari kinerja manual yang menggunakan banyak sekali tenaga manusia menjadi otomatisasi dengan bantuan robotika. Robot dapat digunakan banyak lainnya. Robotika merupakan ilmu pengetahuan gabungan dari elektronika

*Corresponding author

E-mail addresses: yandhika.gumilang@unmer.ac.id (Yandhika Surya Akbar Gumilang)

dan informatika untuk menggerakkan sebuah mesin / mekanik. Mesin digerakkan oleh alat elektronik. Fungsi utama robot adalah untuk membantu meringankan pekerjaan manusia (Faridawati, Minarto, Istiana Wati, Sutrisno, & Hakim, 2020). Robot terdiri dari mikrokontroler, sensor, dan aktuator. Robot dalam skala besar biasanya digunakan pada mesin-mesin produksi pada pabrik (Niloy et al., 2021). Robot dapat melakukan suatu pekerjaan secara berulang sesuai dengan perintah. Otak dari robot merupakan mikrokontroler. Mikrokontroler ini yang diisi program agar robot dapat menjalankan sesuai tugas yang diinginkan. Adanya mikrokontroler ini robot dapat dengan mudah diprogram ulang jika menginginkan tugas yang berbeda (Febtriko, 2017). Selain hardware, diperlukan pemrograman software didalam hardware tersebut agar robot dapat berjalan sesuai dengan perintah. Karena perkembangan teknologi yang cukup masif perlunya pendidikan mengenai teknologi terutama dibidang robotika harus dimulai sejak usia dini, agar mengenalkan anak-anak yang cinta dengan teknologi dan tidak gagap teknologi.

Di berbagai negara robotika telah menjadi materi wajib dalam pembelajaran di tingkat pendidikan sekolah dasar hingga pendidikan menengah atas (Tjahyanti, Adiarta, & Santo Gitakarma, 2019; Wijokongko, 2019). Robotika masuk dalam pembelajaran *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) (Arís & Orcos, 2019; Hanif, Budiyanoto, & Yuana, 2021). Bahkan di Australia terdapat kompetisi robot ditingkat sekolah menengah. Robot lego mindstorms kit banyak diperlombakan di Australia. Di Malaysia, robotika telah menjadi kurikulum sekolah menengah atas untuk mempromosikan pendidikan STEM (Hozairi & Kurdianto, 2019). Mata pelajaran pembelajaran STEM yaitu yang berhubungan dengan sains (matematika, fisika, kimia, dan biologi) dan terdapat tambahan mata pelajaran teknologi dan rekayasa. Pembelajaran STEM diperlukan untuk menangani kemajuan teknologi saat ini. pembelajaran STEM adalah sebuah pendekatan yang terintegrasi antara ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk mengembangkan kreativitas dan pemikiran kritis siswa melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Davidi, Sennen, & Supardi, 2021). Secara lebih luas, STEM merupakan subjek yang berfokus pada pengembangan keterampilan untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan dunia kerja global (Latip, 2020b). Mata pelajaran yang termasuk dalam pembelajaran STEM merupakan bidang pelajaran yang kurang diminati oleh siswa dan dianggap sulit oleh mereka. Oleh karena itu digunakan robot Lego untuk kegiatan ini, karena robot Lego merupakan robot bongkar pasang yang sangat interaktif dan mudah bagi siswa menengah pertama dan atas (Masril et al., 2021).

Robot Lego adalah sebuah sistem robotika yang terdiri dari rangkaian blok Lego yang dapat disusun menjadi berbagai bentuk dan fungsi robot. Setiap blok memiliki berbagai macam sensor dan aktuator yang dapat dikendalikan secara program melalui komputer atau kontroler khusus yang disertakan dalam paket Robot Lego (Budiyanoto, Amri, Yuana, Widiastuti, & Harjunowibowo, 2022). Robot Lego memiliki berbagai macam varian dan model, mulai dari yang sederhana dan mudah diprogram hingga yang lebih kompleks dengan kemampuan lebih tinggi. Beberapa model Robot Lego populer termasuk Mindstorms, WeDo, dan Boost, yang masing-masing memiliki fitur dan fungsi yang berbeda-beda (Zhang & Wan, 2020). Robot Lego telah terbukti sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan minat dan keterampilan siswa di bidang STEM (Masril, Ambiyar, Jalinus, Ridwan, & Hendrik, 2021). Oleh karena itu, Robot Lego telah digunakan secara luas di berbagai sekolah dan universitas di seluruh dunia (Ruiz, Zapatera, Montés, & Rosillo-Guerrero, 2019; Zamora-Hernandez, Rodriguez-Paz, & Gonzalez-Mendivil, 2021). Salah satunya di Yayasan Bani Hasyim, yaitu institusi penyelenggara pendidikan dari tingkat TK hingga SMA.

Yayasan Bani Hasyim memiliki tujuan institusi antara lain mewujudkan santri yang memiliki kesadaran dan kecintaan kepada Allah SWT, berjiwa tauhid yang kuat, seimbang antara dzikir, fikir dan amal shalih, mewujudkan santri yang mampu membawa kemaslahatan dan kemanfaatan bagi diri, keluarga, masyarakat serta seluruh alam semesta, mewujudkan santri yang memiliki kecintaan kepada tanah air, bangsa, dan negara dalam kerangka Islam yang rahmatan lil 'alamiin. mewujudkan santri yang sehat, kuat terbiasa hidup bersih. Bisa menjaga kebersihan diri dan lingkungannya. Serta berani menjadi pelopor yang berbudaya dan berwawasan lingkungan. SMP Bani Hasyim adalah bagian dari Yayasan Bani Hasyim adalah lembaga yang bergerak di bidang pendidikan dan sosial kemasyarakatan.

SMP Bani Hasyim mengedepankan sistem pembelajaran yang kreatif inovatif, sehingga membuka diri untuk mempelajari banyak hal tentang teknologi disamping pelajaran rutin sehari-hari. SMP Bani Hasyim mempunyai beberapa misi antara lain "MANDIRI": menumbuhkan jiwa mandiri santri yang kritis dan kreatif dalam perilaku kehidupan sehari-hari dalam beramal, beribadah, dan bermanfaat bagi lingkungan alam semesta dan dunia. "BERKESADARAN": menumbuhkembangkan nilai-nilai keilmuan dan keikhlasan dalam bertauhid pada diri santri serta lingkungannya dalam ruang kebangsaan dan kesemestaan. "MENGGERAKKAN": mewujudkan santri yang mampu bertindak dan ikut mengajak dalam kebaikan melalui karsa, cipta, dan karya bernilai uswatun hasanah dalam kehidupan sehari-hari pada lingkungan keluarga, masyarakat, bangsa, dunia dan alam semesta.

Dengan tujuan institusi mitra yang telah dijabarkan, maka pelatihan ini dibuat. Pelatihan robot lego

selaras dengan kebutuhan mitra yaitu SMP Bani Hasyim. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang mengadakan transfer Ilmu Pengetahuan dan Teknologi setingkat Sekolah Menengah Pertama tentang Robotika. Materi disesuaikan agar mudah dicerna dan dipahami oleh anak setingkat menengah pertama. Pelatihan ini didesain agar menarik minat siswa kepada pembelajaran teknologi dan selaras dengan STEM. Dibutuhkan logika, kognitif dan afektif dalam melakukan perakitan robot lego. Siswa-siswi dilatih untuk menggunakan logika dan kemampuan matematis dalam menyelesaikan permasalahan.

2. METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode deskriptif dengan melakukan wawancara kepada siswa-siswi sebelum dan sesudah proses pelatihan. Kegiatan pelatihan diikuti oleh satu kelas siswa kelas 9 SMP Bani Hasyim dan 2 siswa dari SMA Bani Hasyim. Kegiatan pelatihan diikuti oleh 20 siswa dan siswi SMP Bani Hasyim dan 2 siswa SMA Bani Hasyim. Siswa-siswi yang mengikuti rata-rata memiliki umur antara 14 hingga 16 tahun. Kegiatan pelatihan juga didampingi oleh seorang guru dari SMP Bani Hasyim, untuk mengawasi jalannya pelatihan serta mengarahkan siswa-siswi. Pemateri berasal dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang, yang terdiri dari 1 Dosen dan 2 mahasiswa sebagai asisten dosen.

Kegiatan pelatihan robot lego dilakukan selama satu bulan yang menunjukkan langkah-langkah solusi atas persoalan yang disepakati bersama antara Pengabdian dan Mitra untuk diselesaikan, mengacu pada program yang ada antara lain: Langkah Pertama adalah mengadakan Forum Group Discussion dengan pihak mitra yaitu SMP Bani Hasyim Singosari mengenai permasalahan dan kebutuhan sekolah dibidang teknologi informasi terutama bidang robotika, Langkah Kedua, penyusunan materi pembelajaran yang mudah dicerna oleh siswa SMP, dan Langkah Ketiga, pelaksanaan pengenalan dan pelatihan robotika.

Langkah pertama dilaksanakan dengan dasar bahwa di era teknologi yang semakin maju dan mengalami perkembangan yang sangat pesat pada teknologi robotika. Inovasi dan kreatifitas sangat dituntut untuk mengembangkan suatu robot yang dapat dibangun sesuai keinginan pengguna. Langkah Kedua, panduan akan membantu siswa mengingat urutan yang harus dikerjakan dalam merakit robot. Langkah ketiga, pembimbingan dan pembelajaran untuk merangsang kemampuan imajinasi dan inovasi dalam diri siswa dalam mengembangkan robot selanjutnya. Langkah ketiga dilakukan dengan metode penjabaran materi serta praktek langsung kepada siswa siswi SMP Bani Hasyim. Ketiga langkah tersebut berlangsung selama satu bulan. Metode pendekatan dari masing-masing solusi ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan mitra.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan pengabdian dilakukan selama sebulan dengan rincian sesuai dengan yang telah disebutkan sebelumnya. Kegiatan dilakukan sebulan, namun kegiatan pengenalan dan pelatihan pada siswa SMP Bani Hasyim hanya dilakukan satu hari penuh. Pengenalan dan pelatihan robot Lego dilakukan Rabu, 11 Januari 2023 dimulai dari pukul 08:00 WIB hingga pukul 13:00 WIB. Kegiatan dibagi menjadi 2 bagian yaitu pemaparan materi kemudian kegiatan praktik oleh siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim. Pelaksanaan kegiatan disajikan pada [Gambar 1](#), [Gambar 2](#), [Gambar 3](#), dan [Gambar 4](#).





Gambar 1. Kegiatan Pemaparan Materi oleh Dosen dan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang



Gambar 2. Suasana Pelatihan

Kegiatan dilakukan oleh Dosen Teknik Elektro yaitu Yandhika Surya Akbar Gumilang, S.T., M.T. dan dibantu 2 mahasiswa Krisdianto dan Moch. Aditya Rizky Fahreza. Pelatihan diikuti 20 siswa-siswi SMP Bani Hasyim dan 2 Siswa SMA Bani Hasyim. Setelah dilakukan pemaparan materi, siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim diminta untuk melakukan kegiatan praktek langsung menggunakan kit robot Lego yang sudah disediakan. Para siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim diminta untuk merakit robot lego yang memiliki misi tujuan untuk mengangkat barang (robot transporter). Kemudian robot dijalankan menggunakan aplikasi android. Robot dinyatakan berhasil apabila dapat mengangkat barang dari satu titik ke titik lainnya.





Gambar 3. Kegiatan Praktik Langsung Robot Lego oleh Siswa SMP Bani Hasyim



Gambar 4. Foto Bersama Setelah Kegiatan Pelatihan

Pembahasan

Berdasarkan hasil wawancara dan tanya jawab sebelum kegiatan pada siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim, bahwa soal pengetahuan STEM terutama teknologi, siswa-siswi hanya mengetahui pengetahuan teknologi dari melihat sekeliling seperti dalam film maupun sosial media. Pemateri bertanya mengenai definisi robot dan kegunaan robot, 70% peserta sudah mengetahui definisi dan kegunaan robot. Namun 100% peserta belum mengetahui robot lego. Contoh robot yang diketahui peserta adalah robot-robot seperti dalam film yang sangat kompleks. 95% belum pernah mengetahui komponen teknologi yang menyusun robot, 5% sudah mengetahui komponen dasar robot yaitu mikrokontroler, sensor dan aktuator.

Luaran pada kegiatan ini adalah siswa-siswi dapat merakit dan memprogram robot lego dengan misi sederhana yaitu mengangkut barang dari satu titik ke titik lain. Peserta dibagi menjadi 2 kelompok, untuk mencoba merakit dan memprogram robot, dengan didampingi oleh dosen dan mahasiswa yang bertugas. Setelah sekitar 3 jam siswa-siswi merakit dan memprogram, siswa-siswi diminta untuk mempresentasikan dan men-demo-kan robot lego yang telah dirakit. Kedua kelompok berhasil menjalankan misi yang diberikan. Siswa-siswi terlihat antusias dalam mengikuti pelatihan ini. Setelah diadakannya materi dan pelatihan robot Lego siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim jadi tertarik untuk mempelajari teknologi lebih lanjut. 80% siswa-siswi tertarik untuk mendalami robot secara lebih lanjut. Berdasarkan wawancara terhadap guru yang mendampingi, diketahui bahwa siswa-siswi lebih menyukai pembelajaran dengan cara praktik secara langsung, seperti halnya pada pelatihan ini dengan membawa langsung robot lego yang dapat di eksplorasi oleh siswa-siswi. 80% siswa-siswi senang karena

pembelajarannya tidak hanya penyampaian materi, namun juga ada praktik langsung, dimana dalam perakitan robot lego menurut siswa-siswi mengasyikan.

Di banyak negara termasuk Indonesia, sains dan matematika adalah satu-satunya mata pelajaran yang masuk dalam kurikulum pendidikan dasar, menengah pertama hingga menengah atas. Sementara itu, mata pelajaran teknologi dan rekayasa hanya merupakan bagian kecil atau bahkan di beberapa sekolah tidak termasuk sama sekali dalam kurikulum tersebut. Oleh karena itu, Pembelajaran STEM lebih berfokus pada sains dan matematika. Kurangnya pembelajaran STEM terutama pada bidang teknologi dan rekayasa adalah kurangnya alat pendukung pembelajaran teknologi dan rekayasa (Chairulli & Rahmi, 2022; Grahito Wicaksono, 2020). Mahalnya harga peralatan teknologi dan rekayasa menjadi salah satu hambatan. Pembelajaran STEM memiliki banyak keunggulan dalam mendidik peserta didik. Pembelajaran STEM tidak hanya berfokus pada perkembangan kognitif, tetapi juga pada aspek afektif (Ling & Yashin, 2022; Oktaviani, Anom, & Lesmini, 2020). Hal ini dikarenakan pembelajaran STEM memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, dengan cara bekerja sama, disiplin, dan saling membantu satu sama lain untuk mengintegrasikan pengalaman mereka dalam kehidupan sehari-hari (Latip, 2020a; Paramita, Dasna, & Yahmin, 2019) (Latip, 2020; Paramita et al., 2019). Sehingga, pembelajaran STEM dapat membentuk dan mengembangkan aspek-aspek pengetahuan (kognitif), sikap (afektif), dan keterampilan (psikomotorik) siswa (Sartika, 2019). Dalam studi sebelumnya, di mana robotika digunakan untuk mengajar mata pelajaran STEM, menyatakan bahwa penggunaan robotika dalam pengajaran mampu meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep STEM dan kinerja akademiknya secara keseluruhan (Athanasios, Mikropoulos, & Mavridis, 2019; Zamora-Hernandez et al., 2021).

4. SIMPULAN DAN SARAN

Adanya kegiatan ini dapat mengenalkan siswa-siswi SMP dan SMA Bani Hasyim pada teknologi robot. Kegiatan ini dapat melatih tingkat logika dan imajinasi siswa-siswi. Peserta pelatihan dapat mengikuti pelatihan ini dan sangat *enjoy* dalam melakukannya. Kegiatan ini dapat menstimulus sekolah untuk meningkatkan pembelajaran STEM. Perlu adanya kegiatan berkelanjutan untuk pembelajaran robot lego. Program berkelanjutan tersebut bisa diwujudkan dalam kegiatan di luar mata pelajaran atau kegiatan ekstrakurikuler. Dengan adanya kegiatan ekstrakurikuler siswa-siswi dapat memiliki target mengikuti lomba yang berkaitan dengan teknologi dan robot.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Arís, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9(2), 73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>.
- Athanasios, L., Mikropoulos, T. A., & Mavridis, D. (2019). Robotics Interventions for Improving Educational Outcomes - A Meta-analysis. *International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*, 91–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_7.
- Budiyanto, C. W., Amri, S., Yuana, R. A., Widiastuti, I., & Harjunowibowo, D. (2022). Integrasi Computational Thinking Menggunakan Lego Robotika Pada Pembelajaran Pemrograman. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 5(1). <https://doi.org/10.20961/dedikasi.v5i1.66483>.
- Chairulli, M., & Rahmi, Y. L. (2022). Capaian Literasi STEM Peserta Didik dalam Pembelajaran Biologi Kelas XI di SMA. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(1), 143–148. <https://doi.org/10.23887/jlls.v5i1.47005>.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>.
- Dinna Ririn Agustina, R. P. W. (2019). Peran Pendidikan Berbasis Higher Order Thinking Skills (Hots) Pada Tingkat Sekolah Menengah Pertama di Era Society 5.0 Sebagai Penentu Kemajuan Bangsa Indonesia. *EQUILIBRIUM: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembelajarannya*, 7(2), 137. <https://doi.org/10.25273/equilibrium.v7i2.4779>.
- Faridawati, F. F., Minarto, E., Istiana Wati, I., Sutrisno, S., & Hakim, L. (2020). Pembelajaran Robotik Untuk Mempersiapkan Generasi Muda Menghadapi Revolusi Industri 4.0 Dan Society 5.0. *Spekta (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi Dan Aplikasi)*, 1(2), 85. <https://doi.org/10.12928/spekta.v1i2.2826>.
- Febtriko, A. (2017). Sistem Kontrol Perternakan Ikan Dengan Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Android. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(1), 140–149.

- <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i1.148>.
- Grahito Wicaksono, A. (2020). Penyelenggaraan Pembelajaran IPA Berbasis Pendekatan STEAM dalam Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 54–62. <https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.98>.
- Hanif, Q., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2021). Abstract Thinking Skills of High School Students in STEM Learning: Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1808(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1808/1/012019>.
- Hozairi, H., & Kurdianto, A. A. (2019). Peningkatan Keterampilan Siswa Sma/Ma Bidang Sains Dan Teknologi Melalui Pelatihan Robotika Berbasis Mikrokontroler. *Community Development Journal*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.33086/cdj.v3i1.930>.
- Latip, A. (2020a). Minat Belajar Peserta Didik SMP pada Pembelajaran STEM dengan Media Robot Edukasi. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 1(2), 90–96. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v1i02.353>.
- Latip, A. (2020b). Peran Literasi Teknologi Informasi Dan Komunikasi Pada Pembelajaran Jarak Jauh Di Masa Pandemi Covid-19. *EduTeach : Jurnal Edukasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 1(2), 108 – 116.
- Ling, L., & Yashin, R. M. (2022). Persepsi Guru Luar Bandar Terhadap Penerapan Design Thinking Dalam Pendidikan STEM. *Jurnal Dunia Pendidikan*. <https://doi.org/10.55057/jdpd.2022.4.1.39>.
- Masril, M., Ambiyar, A., Jalinus, N., Ridwan, R., & Hendrik, B. (2021). Robotic Education in 21st Century: Teacher Acceptance of Lego Mindstorms as Powerful Educational Tools. *Intenational Journal of Advence Computer Science and Applications*, 12(2), 119–126.
- Nastiti, F., & Abdu, A. (2020). Kajian: Kesiapan Pendidikan Indonesia Menghadapi Era Society 5.0. *Edcomtech Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 5(1), 61–66. <https://doi.org/10.17977/um039v5i12020p061>.
- Niloy, M. A. K., Shama, A., Chakraborty, R. K., Ryan, M. J., Badal, F. R., Tasneem, Z., ... Saha, D. K. (2021). Critical Design and Control Issues of Indoor Autonomous Mobile Robots: A Review. *IEEE Access*, (9), 35338–35370. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062557>.
- Oktaviani, A., Anom, K., & Lesmini, dan B. (2020). Pengembangan Modul Kimia terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dan PBL (Problem - Based Learning). *Journal of Educational Chemistry*, 2(2), 64–72. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6279>.
- Paramita, A., Dasna, I. W., & Yahmin, Y. (2019). Kajian Pustaka: Integrasi Stem Untuk Keterampilan Argumentasi Dalam Pembelajaran Sains. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(2), 92–99. <https://doi.org/10.17977/um026v4i22019p092>.
- Ruiz, F., Zapatera, A., Montés, N., & Rosillo-Guerrero, N. (2019). From Stem To Steam Using Lego Mindstorms In Learning Projects Obtained From Lomce. In *Conference: 13th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 5592–5598.). <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1374>.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya Pendidikan Berbasis Stem Dalam Kurikulum 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 3(3). <https://doi.org/10.58258/jisip.v3i3.797>.
- Setyowati, L., & Nasir Ahmad, D. (2021). Pemanfaatan Big Data Dalam Era Teknologi 5.0. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 117–122. <https://doi.org/10.52072/abdine.v1i2.205>.
- Tjahyanti, L. P. A. S., Adiarta, A., & Santo Gitakarma, M. (2019). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Kreatif Siswa TKJ SMK Negeri 2 Seririt Melalui Pelatihan Robot Bioloid. *WIDYA LAKSANA*, 8(1), 79–84.
- Wijokongko, W. (2019). STEM Learning in Queensland Australia. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 4(1), 95–102. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v4i1.87>.
- Zamora-Hernandez, I., Rodriguez-Paz, M. X., & Gonzalez-Mendivil, J. A. (2021). A Simple but Effective Gamification Methodology Based on Lego Type Models for the Attraction of More Students into STEM Programs in Developing Nations. In *Proceedings of the 13th International Conference on Education Technology and Computers* (pp. 147–153.). <https://doi.org/10.1145/3498765.3498788>.
- Zhang, M., & Wan, Y. (2020). Improving learning experiences using LEGO Mindstorms EV3 robots in control systems course. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 0020720920. <https://doi.org/10.1177/0020720920965873>.