

IMPLEMENTASI METODE PEMBELAJARAN STEAM MELALUI PERAKITAN ROBOT LINE FOLLOWER DI SMPN 3 NATAR

Nia Saputri Utami¹, Suratun Nafisah¹, Afit Miranto¹, Khansa Salsabila Suhaimi¹, Nova Anika²

¹) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

²) Program Studi Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

e-mail: nia.utami@el.itera.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi robotika dari waktu ke waktu sangat mengagumkan. Produk teknologi robotika tersedia semakin banyak dan bervariasi mulai dari robot yang paling sederhana sampai dengan yang paling canggih sehingga robot dapat sesuai untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia. Melihat dari besarnya dampak teknologi robotika di masa mendatang, maka sangat diperlukan pengenalan teknologi ini kepada para siswa sekolah agar dapat menjadi inventor di bidang teknologi robotika agar Indonesia mampu menghasilkan teknologi yang bersaing dengan negara-negara maju. Pengenalan teknologi robot di sekolah dapat dilakukan dengan metode pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) yang menggabungkan lima bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, seni dan matematika. Metode ini dapat mendorong siswa untuk lebih berperan aktif, berpikir kritis, berkomunikasi, dan bekerja sama dalam menyelesaikan suatu permasalahan. SMPN (Sekolah Menengah Pertama Negeri) 3 Natar belum memiliki materi pelajaran atau media pembelajaran ataupun ekstrakurikuler yang terkait dengan bidang ilmu robotika. Hal ini dikarenakan masih kurangnya pemahaman dan pengetahuan insan akademis yang terkait dengan bidang teknologi robotika tersebut. Oleh karena itu, melalui kegiatan PkM (Pengabdian kepada Masyarakat) ini, diharapkan dapat memberikan wawasan dan pemahaman mengenai teknologi robotika khususnya robot line follower yang dapat dijadikan sebagai permainan menarik selama proses pembelajaran. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan bahwa pemahaman para siswa mengenai robot line follower meningkat setelah melewati proses pembelajaran berbasis metode STEAM. Para siswa ikut aktif berpartisipasi baik dalam diskusi maupun saat praktik langsung. Kegiatan pembelajaran yang dikemas menarik dengan memasukkan unsur permainan membuat para siswa antusias, bersemangat, dan senang mengikuti kegiatan.

Kata kunci: Pembelajaran STEAM, Robotika, Robot Line Follower.

Abstract

Nowadays, the development of robotics technology is truly impressive. It is increasingly available and diverse, ranging from the simplest to the most sophisticated robots, allowing them fulfill a wide range of human needs. Given then significant impact of robotics in the future, it is so crucial to introduce robotics from an early age to student so that they can become inventors and produce an advanced technology that can compete with developed countries. Introducing robots to student can be done using STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) learning method. This method combines five fields of study such as science, technology, arts, and mathematics that can encourage students to more active, think critically, communicate, and collaborate to solving the problem. SMPN 3 Natar (State Junior High School) doesn't yet have a curriculum, learning media, or extracurricular activities that related to robotis technology. It is due to lack of understanding and knowledge of academics. Therefore, this community service intends to provide insights and understanding about robotics, especially line follower robot. This robot can be used as an interesting game's tool during the learning process. In the beginning, the students were given pretest to survey their knowledge aboutt robotics. Meanwhile, they're also given post test to survey again after gaining knowledge through the learning process. The results shows that the student's understanding increased about the robots after going through the STEAM-based learning process. During the learning process, the student actively participated both in discussions and practice. The engaging learning activities, which incorporated game elements, made students more excited, enthusiastic, and eager to participate.

Keywords: Line Follower Robot, Robotics, STEAM-based learning process.

PENDAHULUAN

Robot merupakan perangkat mekanik yang dilengkapi dengan komponen yang dapat mendeteksi objek, dapat melakukan tugas fisik, dan dikendalikan oleh manusia melalui pemrograman menggunakan bahasa mesin. Robot mengalami perkembangan yang sangat pesat saat ini. Adapun jenis-jenis robot yang dikembangkan seperti robot humanoid (robot yang menyerupai manusia), robot

manipulator atau robot lengan, dan autonomous mobile robot (Yantidewi et al., 2022). Perkembangan ini dibuktikan dengan banyaknya pemanfaatan robot baik dalam dunia industri maupun kehidupan sehari-hari.

Pada sektor industri, robot digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya operasional perusahaan (Setyawan et al., 2023). Pada dasarnya, robot diciptakan untuk membantu pekerjaan manusia atau menggantikan manusia pada kondisi-kondisi tertentu seperti kondisi berbahaya, membosankan, kotor, dan sulit (Fishel et al., 2020). Negara-negara maju seperti Jepang bahkan sudah menggunakan teknologi robot sebagai pengantar makanan di restoran. Para peneliti di Indonesia juga sudah banyak melakukan penelitian di bidang robotika. Robot pengantar barang atau pemindah barang menjadi topik yang sangat populer karena dapat barang pada gudang penyimpanan yang membantu karyawan memindahkan barang secara efektif dan efisien (Sholeh et al., n.d.). Selain itu, (Hafidz et al., 2020) membuat inovasi robot pada bidang kesehatan dengan menciptakan robot service yang dapat membantu pekerjaan tenaga medis dalam mendistribusikan logistik pada ruang isolasi selama pandemi Covid-19. Dengan adanya robot service ini diharapkan dapat mengurangi risiko tenaga medis terpapar virus. Pada bidang kecerdasan buatan, dikembangkan robot asisten pintar yang dapat membantu pengguna dalam mengendalikan peralatan listrik seperti lampu dan pendingin ruangan dengan menggunakan perintah suara (Thalib et al., 2024). Sementara itu, (Dewi et al., 2020) membuat prototipe robot kapal yang dapat memungut sampah di permukaan air yang dikendalikan menggunakan smartphone berbasis Android.

Penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa banyak sekali manfaat robot di berbagai sektor kehidupan manusia. Akan tetapi, perkembangan teknologi robot ini harus diimbangi dengan peningkatan kemampuan sumber daya manusia dalam menguasai teknologi tersebut. Hal ini dapat dimulai dengan pengenalan dini mengenai robot kepada para pelajar agar dapat memotivasi untuk menjadi inventor di bidang robot sehingga Indonesia mampu menghasilkan teknologi yang bersaing dengan teknologi dari negara-negara maju. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (Siagian et al., n.d.) dengan tujuan memperkenalkan dan memberikan pelatihan mengenai robotika kepada para siswa SD Muhammadiyah 27 Medan, menggunakan modul robot lengan, robot laba-laba, dan robot penghindar. Kemudian, (Hendrik & Awal, 2023) juga memperkenalkan teknologi robot pada siswa sekolah dasar untuk memacu imajinasi dan semangat siswa dalam menciptakan teknologi canggih dimasa depan. Sementara itu, (Guntara et al., 2023) memberikan pengenalan dunia robot melalui pelatihan perancangan dan perakitan robot penghindar halangan kepada siswa SMAN 2 Kabupaten Tangerang, dimana para siswa terlihat antusias mengikuti kegiatan tersebut. Para siswa sangat tertarik dan antusias mengenal robot, karena robot yang biasa ditemui hanya berupa robot mainan ataupun visual robot yang ditampilkan melalui media digital. Berdasarkan antusiasme para siswa, maka pengenalan robot di sekolah dapat mengadopsi metode pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) yang menggabungkan lima bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, seni dan matematika. Metode ini dapat mendorong siswa untuk lebih berperan aktif, berpikir kritis, berkomunikasi, dan bekerja sama dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pada pembelajaran dengan metode STEAM, para pengajar memiliki peranan penting dalam merancang pembelajaran yang menyenangkan dengan menyediakan alat dan bahan serta media yang dapat menarik perhatian dan minat para siswa (Septiani & Kasih, 2021). Adapun pembekalan seperti yang dilakukan (Rahma et al., 2023) kepada guru PAUD/TK di Kabupaten Aceh Utara yaitu dengan memberikan materi dan pelatihan tentang mendesain alat permainan edukatif sebagai suber belajar di kelas. Selain itu, (Parniati et al., 2021) mengembangkan media pembelajaran berbasis STEAM untuk siswa kelas IV SD MI NW Ajan.

Pengabdian kepada masyarakat oleh (Nurwulan, 2020) menyimpulkan bahwa para siswa sekolah dasar menjadi lebih termotivasi dan bersemangat mengikuti kegiatan belajar yang menggunakan metode STEAM. Pembelajaran metode STEAM dilakukan dengan mengadakan kegiatan eksperimen berkelompok sehingga siswa mendapatkan banyak kesempatan untuk menganalisis permasalahan, mencari solusi, berpikir kritis, berdiskusi, dan bekerja sama dalam tim. Sementara itu, (Handayani et al., 2023) menerapkan pembelajaran berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan kognitif pada anak karena menggunakan media pembelajaran dari bahan-bahan alam yang aman bagi anak dan anak pun diberi kebebasan untuk belajar sambil bermain. Melalui metode STEAM ini, para siswa dapat menjadi lebih antusias, semangat, dan lebih aktif dalam kegiatan belajar mengajar.

Pengenalan teknologi robot di sekolah dapat diimplementasikan dengan dua cara, yaitu (1) Teknologi robot sebagai materi pelajaran di mana siswa belajar rekayasa robot, (2) Robot digunakan sebagai media pembelajaran oleh guru, di mana robot dimanfaatkan untuk peningkatan kompetensi siswa seperti berpikir kritis, logis, sistematis, dan berkreasi. SMPN (Sekolah Menengah Pertama Negeri) 3 Natar belum memiliki materi pelajaran atau media pembelajaran ataupun ekstrakurikuler yang terkait dengan bidang ilmu robotika. Hal ini dikarenakan masih kurangnya pemahaman dan pengetahuan insan akademis yang terkait dengan bidang teknologi robotika tersebut. Oleh karena itu, melalui kegiatan PkM (Pengabdian kepada Masyarakat), diharapkan dapat memperkenalkan teknologi robotika pada para siswa khususnya robot line follower (robot pengikut garis) yang dapat dijadikan sebagai permainan menarik dalam proses pembelajaran. Seperti yang diketahui juga bahwa para siswa ini merupakan agent of change yang dapat berperan sebagai penggerak perubahan ke arah yang lebih baik. Selain itu, para siswa ini berpotensi dapat berkontribusi agar Indonesia menjadi salah satu negara pencipta teknologi robot dalam berbagai bidang yang mampu bersaing dengan teknologi negara-negara maju. Robot line follower dipilih untuk digunakan pada PkM ini dikarenakan visualisasinya mirip dengan mainan mobil-mobilan anak sehingga akan terasa familiar bagi siswa. Jika selama ini siswa hanya sebagai pengguna mobilan tersebut, melalui PkM ini siswa akan diberikan pengalaman sebagai perancang dan pembuatnya. Melalui metode pembelajaran STEAM, proses pengenalan teknologi robot ini akan menjadi lebih menarik dan menyenangkan karena menggunakan permainan yang memuat ilmu sains dan teknik.

METODE

Kegiatan PkM diselenggarakan bertujuan untuk memperkenalkan teknologi robot kepada para siswa SMPN 3 Natar melalui dengan mengadopsi metode pembelajaran STEAM yang menekankan pada hubungan pengetahuan dan keterampilan science, technology, engineering, arts, and mathematics untuk mengatasi masalah. Unsur arts yang terdapat pada STEAM diharapkan mampu membuat siswa untuk menyelesaikan permasalahan secara kreatif. Sementara itu, adanya unsur engineering dalam STEAM diharapkan siswa mampu mengadopsi keterampilan berpikir kritis seorang engineer dalam menciptakan sebuah produk atau teknologi tertentu agar sesuai kriteria yang sudah ditetapkan (Agusniatih & R., 2022). Adapun keunggulan dari pembelajaran berbasis STEAM yaitu (1) Dapat menyiapkan generasi penerus yang siap menghadapi perkembangan zaman, (2) Membantu mengembangkan berbagai macam inovasi, (3) Meningkatkan ketertarikan pada profesi yang terkait dengan STEAM, (4) Serta meningkatkan pengetahuan siswa mengenai STEAM (Darmadi et al., 2022). Secara umum, pembelajaran berbasis STEAM sejalan dengan kebutuhan pengembangan keterampilan masa kini yakni keterampilan critical thinking, creativity, collaboration, dan communication (Najamuddin et al., 2022). Hal ini dikarenakan pembelajaran berbasis STEAM ini menuntut siswa untuk dapat mengidentifikasi suatu masalah, menciptakan sesuatu guna menyelesaikan permasalahan tersebut, berkolaborasi dengan teman-teman sekelas untuk memecahkan masalah, serta berkomunikasi secara efektif dan saling menanggapi ide satu sama lain.

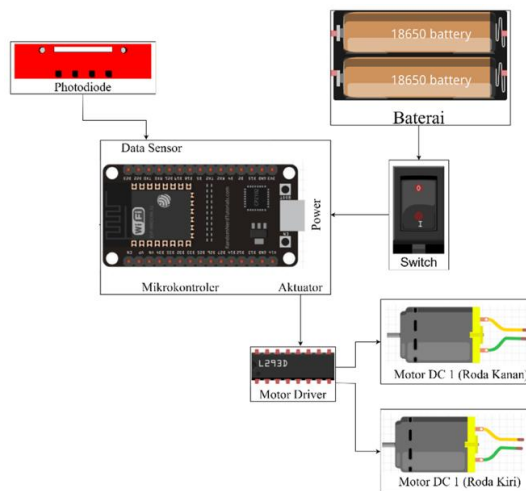
Pada tahap persiapan, tim PkM melakukan studi literatur yang berhubungan dengan metode pembelajaran STEAM dan robot line follower. Metode pembelajaran STEAM dapat menumbuhkan minat belajar karena metode ini mendorong siswa untuk bertanya, mengeksplorasi, menguji solusi, dan menemukan cara baru dalam melakukan sesuatu. Selain itu, metode pembelajaran ini tidak hanya sebatas teori saja, namun melibatkan kegiatan praktik sehingga siswa berperan aktif selama proses pembelajaran. Agar para siswa mudah memahami dan dapat mengikuti pembelajaran tentang robot line follower, maka robot yang akan dibuat adalah robot jenis analog dimana pergerakan robot diatur dengan cara mengubah kecepatan roda kiri dan roda kanan. Setelah melakukan studi literatur, tim PkM merancang dan mendesain robot line follower dengan arsitektur utama seperti pada Gambar 1 yang terdiri dari komponen utama baterai, sensor photodiode sebagai sensor cahaya, mikrokontroler sebagai pusat pengendali utama, switch sebagai tombol on dan off, driver motor DC sebagai aktuator, dan dua motor DC yang menggerakkan roda kiri dan kanan robot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan PkM pada Kamis, 25 Juli 2024 bertempat di salah satu laboratorium SMPN 3 Natar mulai pukul 08.00 WIB hingga selesai. Tim PkM Itera beranggotakan 5 orang dosen teknik elektro dan dibantu oleh 5 orang mahasiswa teknik elektro. Sementara itu, sebanyak 30 orang siswa kelas IX

SMPN 3 Natar hadir dan berpartisipasi dalam kegiatan ini. Adapun susunan pelaksanaan kegiatan PkM meliputi pre-test yang bertujuan untuk mengetahui pengetahuan awal para siswa mengenai robot line follower, kemudian dilanjutkan dengan pemaparan materi mengenai robot khususnya robot line follower, setelah itu melakukan perakitan robot line follower oleh para siswa dengan bimbingan dari mahasiswa, setelah robot line follower berhasil dirakit para siswa bermain bersama menggunakan robot line follower tersebut, dan terakhir ditutup dengan post-test.

Setelah pembukaan kegiatan selesai dilakukan, para siswa diberikan pre-test yang berisi lima pertanyaan pilihan berganda untuk mengetahui pengetahuan para siswa mengenai robot dan robot line follower sebelum diberikan materi oleh tim PkM. Setelah itu, langsung dilanjutkan dengan pemaparan materi pembelajaran mengenai robot line follower yang ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pemateri memberikan penjelasan mulai dari konsep, jenis-jenis robot dan fungsinya, komponen-komponen penyusun robot, serta contoh robot yang sudah digunakan diberbagai bidang untuk membantu pekerjaan manusia. Kegiatan pembelajaran berlangsung interaktif dengan melibatkan para siswa langsung untuk ikut berdiskusi mengenai materi yang disampaikan.



Gambar 1. Arsitektur Utama Robot Line Follower



Gambar 2. Pemaparan materi pembelajaran oleh Dosen Teknik Elektro Itera



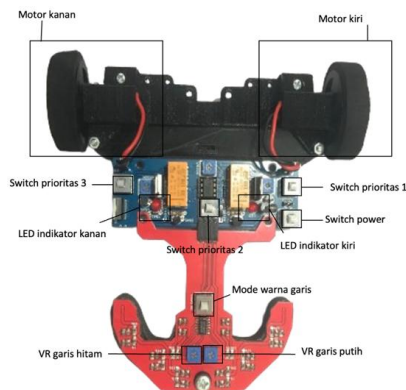
Gambar 3. Diskusi dan tanya jawab dengan salah seorang siswa

Implementasi dari metode pembelajaran STEAM dapat memacu keaktifan siswa, oleh karena itu agar kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, tidak membosankan, dan menjadi semakin menyenangkan, para siswa diajak langsung untuk terlibat dalam proses perakitan robot yang dibimbing oleh para mahasiswa teknik elektro Itera. Tim PkM telah menyiapkan tiga robot line follower yang masih terpisah menjadi beberapa subsistem untuk kemudian dirakit bersama para siswa agar dapat menjadi robot line follower analog utuh seperti Gambar 4. Para siswa dibagi menjadi tiga kelompok secara acak yang terdiri dari sepuluh orang setiap kelompoknya. Setiap kelompoknya didampingi dan dibimbing oleh mahasiswa teknik elektro seperti ditunjukkan Gambar 6.

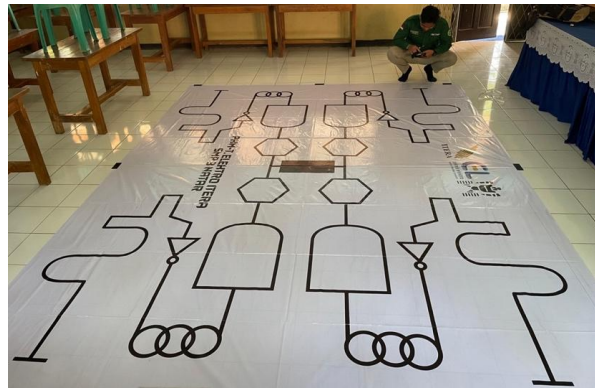
Ketepatan dan keakuratan sensor garis dalam mendeteksi garis lintasan menjadi tantangan sendiri bagi para siswa selama proses perakitan tersebut. Siswa juga harus mengatur kecepatan roda kiri dan kanan dengan tepat agar robot bisa cepat tiba di titik finish lintasan. Proses perakitan robot dilaksanakan selama 30 menit dimana setiap tim berhasil merakit dan menggerakkan robot pada

lintasan yang telah disiapkan seperti Gambar 5 dan 7. Selanjutnya hasil perakitan robot diperlombakan dan robot yang paling cepat tiba di titik finish akan menjadi pemenang. Para siswa terlihat antusias dan bersemangat mengikuti kegiatan ini.

Setelah perlombaan selesai, para siswa kembali diminta untuk mengisi post-test yang telah disiapkan oleh tim PkM. Adapun tujuan dari post-test ini yaitu untuk mengukur kembali pengetahuan para siswa mengenai robot line follower setelah diberikan materi pembelajaran dengan metode STEAM. Pada pre-test, hanya satu orang siswa yang berhasil menjawab dengan benar seluruh pertanyaan. Sementara itu, empat orang siswa menjawab empat soal dengan benar, sepuluh orang siswa menjawab tiga soal dengan benar, delapan orang siswa menjawab dua soal dengan benar, tiga orang siswa menjawab satu soal dengan benar dan empat orang siswa tidak dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar.



Gambar 4. Hasil Implementasi Robot Line Follower



Gambar 5. Lintasan robot line follower yang akan digunakan dalam perlombaan oleh para siswa



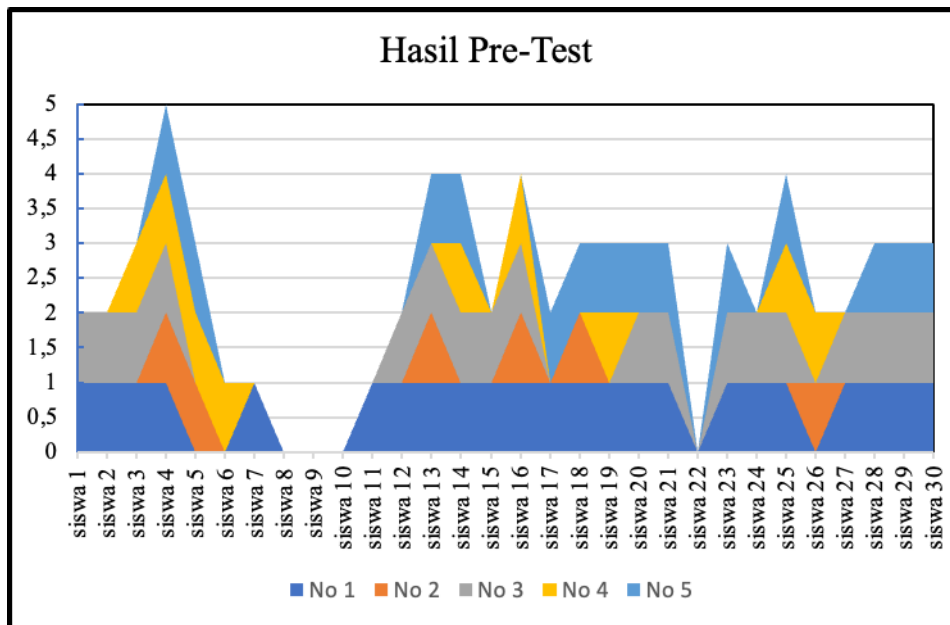
Gambar 6. Perakitan robot line follower oleh para siswa SMPN 3 Natar



Gambar 7. Para siswa menggunakan robot pada lintasan

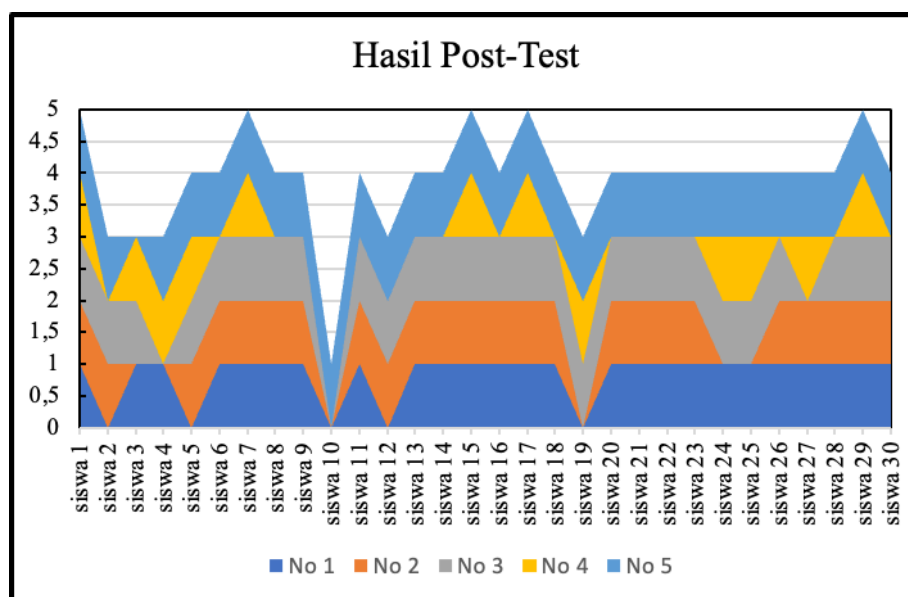
Adapun persentase siswa menjawab soal nomor satu dengan benar yaitu 76,67% atau sebanyak 23 orang siswa sudah mengetahui definisi robot. Namun sayangnya, untuk pertanyaan nomor dua mengenai jenis-jenis robot yang diketahui hanya enam orang siswa yang menjawab dengan benar atau hanya 20% saja. Pada pertanyaan nomor 3, sebanyak 18 orang siswa menjawab dengan benar atau 60% siswa mengetahui robot line follower secara harfiah. Kemudian, pertanyaan nomor empat mengenai komponen-komponen utama pada robot line follower hanya sembilan orang siswa atau 30% yang dapat menjawab dengan benar. Sedangkan pertanyaan nomor lima, sebanyak 14 orang siswa atau 46,67 % siswa mengetahui bahwa robot line follower umumnya mendeteksi lintasan garis yang berwarna hitam. Hasil pre-test ini menunjukkan bahwa pemahaman para siswa mengenai robot masih sangat kurang. Secara keseluruhan hasil pre-test dapat dilihat pada Gambar 8.

Sementara itu, setelah diberikan materi pembelajaran dan diuji kembali melalui post-test, sebanyak lima orang siswa berhasil menjawab seluruh pertanyaan dengan benar. Kemudian, dua puluh orang siswa berhasil menjawab empat pertanyaan dengan benar, empat orang siswa menjawab tiga pertanyaan dengan benar, hanya satu orang siswa yang menjawab satu pertanyaan dengan benar serta tidak ada siswa yang tidak dapat menjawab pertanyaan dengan benar. Pada pertanyaan nomor satu, sebanyak 25 orang atau 83,33% siswa menjawab dengan benar. Angka ini mengalami sedikit kenaikan dibandingkan dari hasil pre-test.

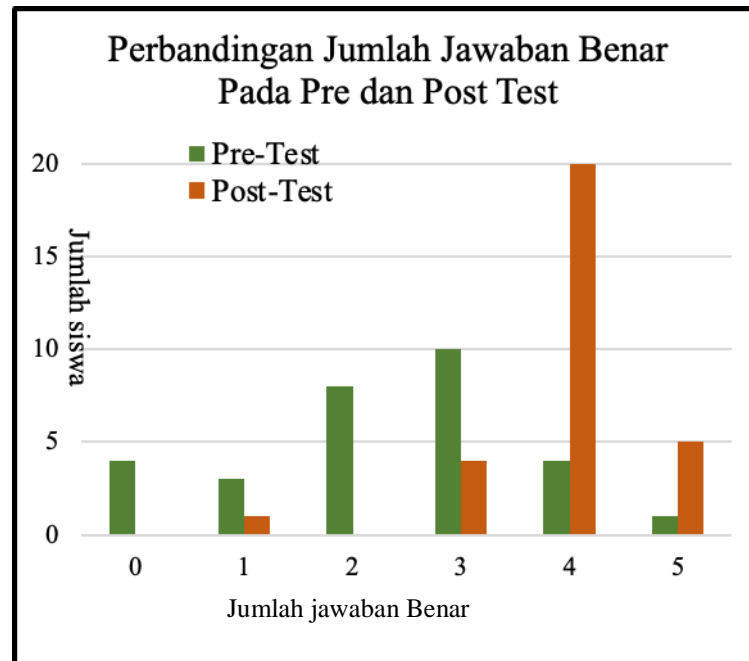


Gambar 8. Grafik Hasil Pre-Test

Hal serupa juga terjadi pada pertanyaan nomor dua, tiga, dan lima, dimana persentase para siswa menjawab dengan benar yaitu 80%, 90%, dan 96,67%. Persentase ini tentu saja mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan hasil pre-test. Lalu, pada pertanyaan nomor empat juga mengalami sedikit kenaikan persentase dari 30% menjadi 40%. Hal ini membuktikan bahwa setelah mengikuti pembelajaran dengan metode STEAM, para siswa menjadi lebih paham mengenai robot khususnya robot line follower. Hasil jawaban post-test para siswa dapat dilihat pada Gambar 9 dan grafik perbandingan jumlah jawaban benar para siswa pada pre-test dan post-test dapat dilihat pada Gambar 10. Dari kelima soal yang diberikan pada pre-test dan post-test, soal nomor empat mendapatkan jumlah jawaban benar yang paling sedikit, hal ini dikarenakan soal tersebut berisi pertanyaan mengenai komponen utama yang digunakan dalam robot line follower. Para siswa SMP sepertinya belum familiar dengan nama, bentuk, ataupun jenis komponen yang digunakan. Meskipun demikian, melalui pembelajaran STEAM kali ini, para siswa diberikan informasi mengenai hal tersebut sehingga diharapkan menambah pengetahuan dan pemahaman yang lebih banyak lagi.



Gambar 9. Grafik Hasil Post-Test



Gambar 10. Grafik Perbandingan Jumlah Jawaban Benar Pada Pre-Test dan Post-Tes

SIMPULAN

Kegiatan PkM ini bertujuan untuk mengenalkan teknologi robot sederhana khususnya robot line follower kepada para siswa setingkat SMP (Sekolah Menengah Pertama) yang belum memiliki kesempatan belajar mengenai robot. Para siswa merupakan agent of change yang dapat berkontribusi membawa Indonesia agar menjadi negara pencipta teknologi robot canggih yang mampu bersaing dengan negara-negara maju. Berdasarkan kegiatan PkM yang telah dilakukan, implementasi metode STEAM selama proses kegiatan pembelajaran berlangsung membuat siswa menjadi lebih aktif berpartisipasi seperti mengajukan dan menjawab pertanyaan. Selain itu, metode STEAM yang tidak kaku membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan. Melalui praktik langsung, para siswa mampu mengasah kemampuan berpikir kritis, berkolaborasi dan berkomunikasi dengan tim, serta membuat siswa menjadi lebih mudah memahami materi yang disampaikan. Hal ini dibuktikan dengan hasil post-test, dimana untuk setiap pertanyaan jumlah siswa yang menjawab dengan benar mengalami peningkatan dibandingkan dengan hasil pre-test.

SARAN

Saran yang dapat disampaikan dari pengabdian ini yaitu supaya kegiatan PkM dapat diimplementasikan menjadi kegiatan rutin di sekolah dalam bentuk ekstrakurikuler, sehingga para siswa mendapat kesempatan untuk mempelajari robot sedari dini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sumatera yang telah memberi dukungan **financial penuh** terhadap pengabdian ini melalui "Hibah PkM (Pengabdian kepada Masyarakat) Itera Tahun 2024" dengan skema LKP (Layanan Kepakaran dan Pembelajaran Masyarakat), nomor kontrak 150an/IT9.2.1/PM.01.01/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusniatih, A., & R., S. M. (2022). Implementasi Pembelajaran Steam Melalui Kegiatan Fun Cooking Sebagai Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 6502–6512. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3418>
- Darmadi, Budiono, & M. Rifai. (2022). Pembelajaran Steam Sebagai Pembelajaran Inovatif. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(8), 3469–3474. <https://doi.org/10.55927/mudima.v2i8.924>
- Dewi, N., Hasibuan, A. Z., & Sembiring, A. (2020). Prototype Robot Kapal Pemungut Sampah Pada Permukaan Air Dengan Pengendali Smartphone.

- Fishel, J. A., Oliver, T., Eichermueller, M., Barbieri, G., Fowler, E., Hartikainen, T., Moss, L., & Walker, R. (2020). Tactile Telerobots for Dull, Dirty, Dangerous, And Inaccessible Tasks. 2020 Ieee International Conference on Robotics and Automation (Icra), 11305–11310. <https://doi.org/10.1109/Icra40945.2020.9196888>
- Guntara, Y., Fathia, F., Harisudin, A., & Anugrah, A. R. (2023). Pelatihan Obstacle Avoider Robot Untuk Pengenalan Dunia Robotika Bagi Siswa Sman 2 Kabupaten Tangerang. *Begawe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 31–34. <https://doi.org/10.62667/Begawe.V1i2.27>
- Hafidz, I., Adiputra, D., Montolalu, B., Prastyabudi, W. A., Widyantara, H., & Afandi, M. A. (2020). Robot Logistik Berbasis Iot Untuk Memonitoring Pasien Dan Pengiriman Logistik Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 9(3).
- Handayani, W., Kuswandi, D., Akbar, S., & Arifin, I. (2023). Pembelajaran Berbasis Steam Untuk Perkembangan Kognitif Pada Anak. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(2), 770–778. <https://doi.org/10.37985/Murhum.V4i2.390>
- Hendrik, B., & Awal, H. (2023). Pengenalan Teknologi Robot Pada Anak Sekolah Dasar. *Jurmas Bangsa*, 1(1), 46–52. <https://doi.org/10.62357/Jpb.V1i1.140>
- Najamuddin, N., Fitriani, R., & Puspandini, M. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (Steam) Berbasis Loose Part Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Anak Usia Dini. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 954–964. <https://doi.org/10.31004/basicedu.V6i1.2097>
- Nurwulan, N. R. (2020). Pengenalan Metode Pembelajaran Steam Kepada Para Siswa Tingkat Sekolah Dasar Kelas 1 Sampai 3. 1(3).
- Parniati, W., Hadi, Y. A., Hamdi, Z., & Husni, M. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Steam Pada Pembelajaran Tematik Integratif Di Kelas Iv Mi Nw Ajan Tahun Pelajaran 2021/2022. 5.
- Rahma, R., Rizki, S., & Saputra, R. J. (2023). Pendampingan Guru Dalam Merancang Media Anak Usia Dini Melalui Pendekatan Steam. *Kontribusi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 109–115. <https://doi.org/10.53624/Kontribusi.V3i2.189>
- Septiani, I., & Kasih, D. (2021). Implementasi Metode Steam Terhadap Kemandirian Anak Usia 5-6 Tahun Di Paud Alpha Omega School. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(04), 192–199. <https://doi.org/10.57008/Jjp.V1i04.44>
- Setyawan, I., Wardana, H. K., & Utami, E. Y. D. (2023). Pelatihan Pembuatan Robot Avoider Beroda Untuk Siswa Smkn 2 Salatiga. 4.
- Sholeh, A. W., Alfita, R., & Ibadillah, A. F. (N.D.). Rancang Bangun Robot Pengantar Barang Pada Warehouse Berbasis Rfid Localization Dan Obstacle Avoidance.
- Siagian, S. M., Pardede, S., Hs, S. C., Tampubolon, F. R., Adam, M., Lubis, F., & Taufik, A. (N.D.). Pkm Pelatihan Dan Penerapan Pembelajaran Robotika Siswa Di Sd Muhammadiyah 27 Medan Kec. Medan Perjuangan Kota Medan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Thalib, M. J. D. P., Musa, P., & Thalib, F. (2024). Robot Asisten Pintar Dengan Perintah Suara Berbahasa Indonesia. *Action Research Literate*, 8(2), 268–278.
- Yantidewi, M., Ermawati, F. U., & Zainuddin, A. (2022). Pelatihan Dasar Robot Line Tracer Analog Bagi Siswa Man 1 Jombang. 3(4).