



Bermain Kreatif Sambil Belajar: Mengenal, Membuat dan Mengendalikan Robot Rover Penjelajah Mars di Sekolah Dasar

Abqori Aula^{1*}, Fitriah Husin² 

^{1,2} Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received April 17, 2023

Revised April 25, 2023

Accepted August 10, 2023

Available online August 25, 2023

Kata Kunci :

Mars Rovers, Teknologi Robotika, Skid Steering.

Keywords:

Mars Rovers, robotics technology, Skid Steering.



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

Saat ini Teknologi Robotika sudah sangat berkembang tetapi pengenalan Teknologi Robotika di tingkat Sekolah Dasar masih sangat kurang. Oleh karena itu perlunya upaya untuk mengajak, memunculkan dan menambah ketertarikan siswa pada pengetahuan teknologi Robotika melalui pendekatan bermain dan belajar tema luar angkasa di kalangan siswa dan guru di tingkat Sekolah Dasar. Penelitian ini bertujuan mengenal, membuat, dan mengendalikan robot rover penjelajah Mars di SD. Metode yang digunakan adalah sosialisasi yang melibatkan siswa dalam merancang, merakit, dan mengendalikan robot Mars Rovers. Kegiatan ini dilaksanakan dengan memberikan penjelasan umum tentang teknologi robot rover, dan kemudian memaparkan secara umum tentang berbagai jenis komponen, perangkat, bahan dan peralatan untuk digunakan membangun robot rover secara sederhana. Metode steering yang dipakai oleh robot untuk menavigasi arah. Perakitan robot rover sederhana oleh siswa-siswi yang telah dibagi menjadi 2 kelompok didampingi langsung oleh mahasiswa anggota tim PKM yang merupakan anggota Tim Robot dan Tim Mobil Listrik Fakultas Teknik UNTAN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bermain kreatif sambil belajar dengan menggunakan robot rover Mars dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap konsep ilmu pengetahuan dan teknologi. Aktivitas ini juga melatih keterampilan siswa dalam berpikir kritis, bekerja sama, dan problem solving.

ABSTRACT

Currently, robotics technology has developed rapidly, but the introduction of robotics technology at the elementary school level is still lacking. Therefore, efforts are needed to introduce, promote, and increase students' interest in robotics technology knowledge through a play and learn approach using space-themed education among students and teachers at the elementary school level. This research aims to introduce, create, and control a Mars Rover robot explorer at SD Islamic School Muhammad Alfatih (SIMA) in Pontianak. The method used is socialization that involves students in designing, assembling, and controlling the Mars Rovers robot. This activity was carried out by providing a general explanation about robotics technology, followed by a general explanation about various components, devices, materials, and equipment to be used to build a simple robot rover. In addition, the steering method used by the robot to navigate direction was also explained. The next activity was the assembly of a simple robot rover by students who were divided into two groups and were directly supervised by student members of the PKM team who are members of the Robotics and Electric Car Team of the Engineering Faculty of UNTAN. The results showed that creative play and learning with the use of Mars Rover robots could increase students' interest and understanding of science and technology concepts. This activity also trains students' skills in critical thinking, cooperation, and problem-solving.

1. PENDAHULUAN

Tantangan abad ke-21 seperti penguasaan kompetensi komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis dan kreatif berdampak pada perubahan pembelajaran di sekolah. Dalam menghadapi pembelajaran di abad ke-21, siswa harus memiliki keterampilan berpikir (berpikir kritis, berpikir kreatif, kolaborasi, komunikasi), pengetahuan, dan kemampuan literasi digital, literasi informasi, literasi media, serta menguasai teknologi informasi dan komunikasi atau literasi TIK yang diperlukan (Jufriadi et al., 2022; Prasasti et al., 2019; van Laar et al., 2017; Wulandari et al., 2019). Pendidikan sebagai suatu sistem yang

*Corresponding author

E-mail addresses: abqoriaula@ee.untan.ac.id (Abqori Aula)

memiliki totalitas fungsional yang terarah, tidak lagi hanya terbatas pada pembelajaran teoritis di dalam kelas, tetapi juga harus mencakup pengalaman praktis (Suseno, Suraya, & Fakiyah, 2019) dan pembelajaran yang menyenangkan (Alhakiki & Taufina, 2020; Suseno et al., 2019). Dengan mengintegrasikan penggunaan dan penerapan teknologi (Nurhayati, Wahyudi, Saputri & Trisianawati, 2021). Maka kegiatan belajar mengajar menjadi lebih menarik dan inovatif, bahkan dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar (Alhakiki & Taufina, 2020; Lutfi et al., 2020). Kemajuan teknologi robot dalam satu dekade terakhir yang digunakan dalam kegiatan pendidikan di taman kanak-kanak dan sekolah dasar meningkat drastis (Alhakiki & Taufina, 2020). Robotika pendidikan adalah pendekatan pedagogis untuk mengembangkan kognitif dan sosial siswa keterampilan sosial yang menarik minat siswa terhadap topik tersebut (Alhakiki & Taufina, 2020). Dalam bidang pendidikan lingkungan robotik, anak dapat berlatih dan mengembangkan model proses kognitif yang menumbuhkan pemikiran kreatif, kerja sama tim yang efektif, komunikasi sosial, dan lain-lain (Alhakiki & Taufina, 2020).

Pandemi COVID-19 berdampak negatif dan positif dalam sistem pembelajaran dan dunia pendidikan. Salah satu dampak negatifnya adalah pembelajaran siswa menjadi terbatas hanya di lingkungan teoritis, karena pendekatan praktis dengan bimbingan guru menjadi tidak memungkinkan akibat aturan *self-distancing* (Ariyanti & Maryanti, 2022; König et al., 2020; Okta Priantini & Widiastuti, 2021). Di sisi lain, kemajuan teknologi informasi dan olah digital, menjadikan pembelajaran berbasis praktek dan terapan menjadi semakin terkucilkan (Anggraeni & Manik, 2023). Hal ini berdampak pada menurunnya minat siswa pada bidang teknologi terapan seperti robotika (Prayogo et al., 2022). Sedangkan saat ini, sistem pendidikan di Indonesia terus berubah mengikuti tuntutan global. Konsep pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*) masih menjadi trending issue dalam dunia pendidikan, terutama setelah berakhirnya pandemi COVID-19 (Choirunnisa et al., 2023; Rahmawati & Juandi, 2022). Pembelajaran berbasis STEM dengan robotika dapat mengembangkan pengetahuan dan kesadaran robotika bagi siswa (Haerani & Erna, 2022; Lathifah et al., 2019). Selain itu, pelibatan siswa secara aktif dan interaktif dalam perakitan robot dapat menambah motivasi dan kemampuan berpikir siswa (Leonard et al., 2023; Ponce et al., 2022). STEM juga telah berdampak pada jalur karier siswa dan telah mengembangkan keterampilan analitisnya secara mendalam sehingga dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar mereka (Alhakiki & Taufina, 2020; Lavi et al., 2021; Li et al., 2019).

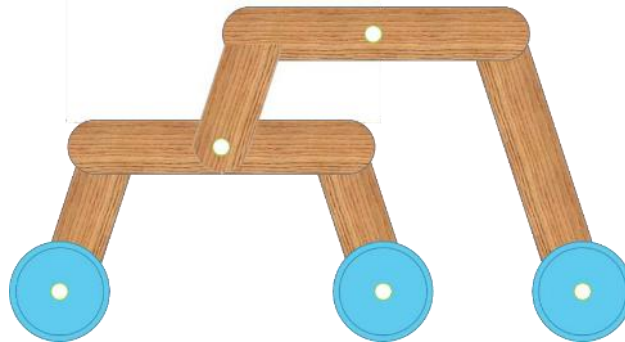
Salah satu inovasi di bidang teknologi yang menarik perhatian banyak orang adalah robot rover penjelajah Mars (Lathifah et al., 2019; Long et al., 2021). Penjelajahan ruang angkasa dan robot bergerak merupakan tema yang diminati oleh banyak pihak, khususnya di kalangan siswa sekolah dasar. Sehingga adopsi robotika dalam dunia pendidikan semakin mendapat perhatian (Gumilang et al., 2023; Papadakis, 2020). Kegiatan robotika dapat diterapkan di semua jenjang pendidikan sejak usia dini sampai dengan, mulai dari sekolah dasar, tingkat sekolah menengah bahkan sampai sekolah pascasarjana (Arrobi & Nuralam., 2022; Basit et al., 2022; Fuada et al., 2022; Hendrik & Awal, 2023; Mulyadi et al., 2022). Oleh karena itu, menggabungkan pembelajaran dengan bermain kreatif menjadi solusi yang menarik dalam memberikan pengenalan materi tentang teknologi robotika bagi siswa sekolah dasar menjadi tema kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Jurusan Teknik Elektro UNTAN di SD Sima Pontianak. Dalam pembelajaran ini, siswa tidak hanya akan mendapatkan pengetahuan teoritis tentang penjelajahan Mars, tetapi juga memperoleh kemampuan dalam merancang, membuat, dan mengendalikan robot rover penjelajah Mars dengan tangan mereka sendiri. Hal ini dapat membantu perkembangan motorik anak (Fitriyanti et al., 2023). Melalui pendekatan praktis dan interaktif, siswa dapat merasakan kegembiraan dan keterlibatan yang tinggi dalam belajar (Alhakiki & Taufina, 2020). Tujuan penelitian ini untuk mengenal, membuat, dan mengendalikan robot rover penjelajah Mars di SD.

2. METODE



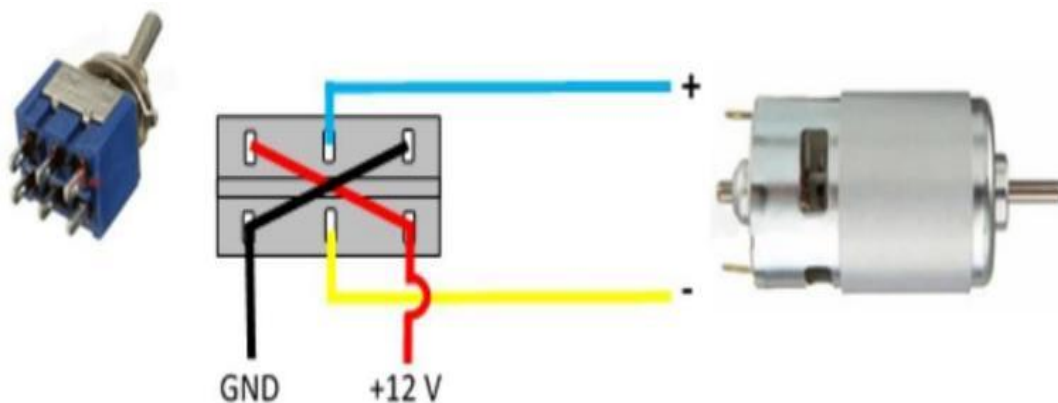
Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan secara bertahap, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat tahapan pelaksanaan kegiatan meliputi 4 tahapan yang dilakukan. Tahapan pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan materi mengenai pembuatan Mars rover sederhana. Dalam tahap ini, beberapa bentuk Mars rover ditelaah dan diuji kelayakan untuk dapat dirakit oleh siswa tingkat sekolah dasar. Dilanjutkan dengan tahapan kedua yaitu survei lokasi yang mana pada tahapan ini melakukan silah turahmi kepada mitra dan pemberitahuan mengenai kegiatan yang akan dilakukan dengan memberikan proposal yang telah dibuat. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan materi dan administrasi kelengkapan kegiatan yang akan diserahkan kepada pihak mitra. Pada tahapan akhir siswa akan diperkenalkan dengan penjelajahan Mars, termasuk kondisi dan lingkungan di planet tersebut. Mereka akan belajar tentang penemuan dan penjelajahan Mars yang telah dilakukan oleh manusia. Selanjutnya, siswa akan diajak untuk membuat sendiri robot rover penjelajah Mars. Mereka akan belajar mengenai komponen-komponen robot, cara merakitnya, serta prinsip dasar pengendalian robot. Tim PKM akan memberikan panduan dan bahan-bahan untuk membuat robot rover secara sederhana dan kreatif. Setelah robot rover selesai dibuat, siswa akan diajak untuk mengendalikannya. Dengan demikian mereka juga akan belajar tentang penggunaan *remote control* untuk mengarahkan dan mengontrol pergerakan robot. Dalam pembuatan Mars rover, secara teori dan teknis konstruksi dari mekanisme *rocker-bogie* sangat beragam, tergantung kebutuhan dan tujuan pemakaian. Namun untuk kegiatan belajar sambil bermain ini, akan digunakan bentuk konstruksi seperti yang terlihat pada Gambar 2 dengan alasan lebih sederhana dan mudah dibangun menggunakan stik eskrim.



Gambar 2. Suspensi Rocker-Bogie dari Stik Eskrim dengan Roda

Peralatan-peralatan yang digunakan sebagai berikut: untuk memotong stik eskrim, digunakan tang potong, cutter, gunting; untuk menempel stik eskrim, digunakan lem tembak, lem korea; dan untuk melubangi stik eskrim digunakan solder dan bor mini. Untuk membuat robot rover dapat berbelok, digunakan metode *skid steering*. Yaitu pembelokan dilakukan dengan membuat roda di sisi kiri berputar berlawanan arah dengan roda di sisi kanan. Sakelar dua arah digunakan untuk membolak-balikkan arah putar roda. Bentuk saklar dan skema rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 3.







Gambar 3. Skema Rangkaian untuk Membolak-Balikkan Arah Putar Motor Menggunakan Sakelar Dua Arah







3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan PKM “Bermain Kreatif Sambil Belajar: Mengenal, Membuat Dan Mengendalikan Robot Rover Penjelajah MARS” pada siswa-siswi di SD SIMA Pontianak dilaksanakan dengan memberikan penjelasan umum tentang teknologi robot rover, dan kemudian memaparkan secara umum tentang berbagai jenis komponen, perangkat, bahan dan peralatan untuk digunakan membangun robot rover secara sederhana. Selain itu, dipaparkan juga metode *steering* yang dipakai oleh robot untuk menavigasi arah. Kegiatan selanjutnya adalah perakitan robot rover sederhana oleh siswa-siswi kelas 6 yang berjumlah total 10 orang, yang kemudian dibagi menjadi 2 kelompok. Kegiatan perakitan ini didampingi langsung oleh mahasiswa anggota Tim PKM yang merupakan anggota Tim Robot dan Tim Mobil Listrik Fakultas Teknik UNTAN. Kegiatan perakitan robot rover dilakukan secara per kelompok dengan didampingi pembimbing dari mahasiswa anggota Tim Robot dan Tim Mobil Listrik FT UNTAN. Prosesnya dilakukan dengan mengesem potongan stik eskrim yang sudah disiapkan oleh tim sebelum pelaksanaan kegiatan. Sebagai sasis robot, digunakan stik eskrim yang terdiri dari satu pasang kaki *rocker* dan satu pasang kaki *bogie*. *Body* sasis robot diserahkan pada kreativitas siswa peserta kegiatan. Pemasangan motor pada kaki rover, serta perangkaian kabel dan sakelar dua arah dilakukan setelahnya. Setelah dipastikan semuanya sudah terpasang dengan benar maka baterai dipasang ke kotak baterai dan robot rover siap dikendalikan untuk menjelajahi ruangan. Pembuatan robot rover yang digunakan untuk kegiatan pelatihan ini dibagi menjadi bahan dan material serta peralatan, yang dipaparkan pada [Tabel 1](#).

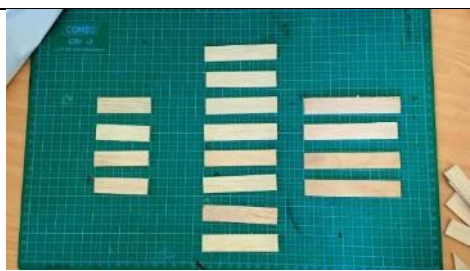
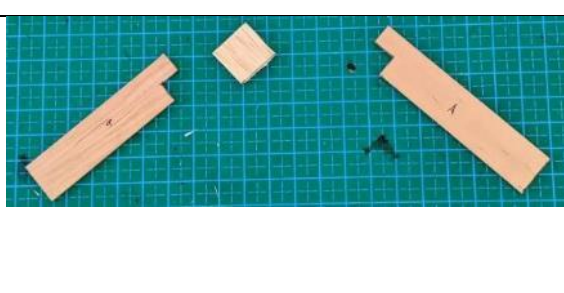
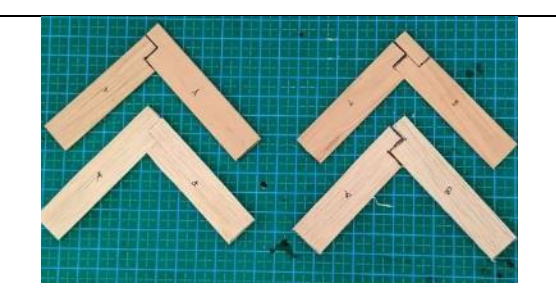
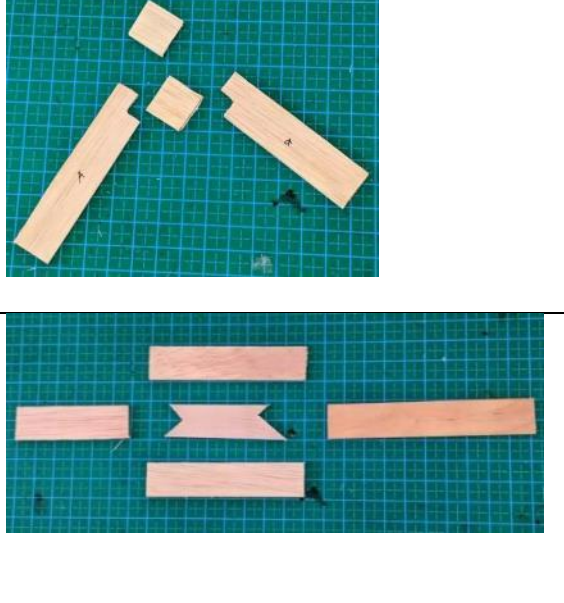
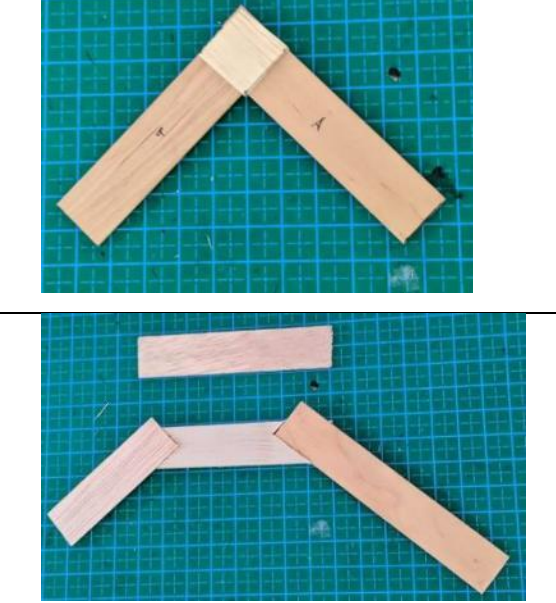
Tabel 1. Bahan dan Material serta Peralatan

No.	Bahan dan Material	Gambar
1.	Motor DC Model TT dan Roda Kuning	
2.	Stik eskrim lebar	
3.	Kabel NYZ standar	
4.	Sakelar dua arah	

5. Kabel ties untuk mengikat motor atau komponen lain ke chassis		
6. Baterai ukuran AA untuk remote kontrol		
No.	Peralatan	Gambar
1.	Solder listrik untuk melubangi stik kayu	
2.	Lem tembak untuk menyatukan potongan stik kayu	
3.	Mesin bor mini untuk memotong dan melubangi stik kayu	
4.	Tang potong, cutter dan gunting untuk memotong stik kayu	

Panduan praktis perakitan robot rover juga disiapkan agar siswa peserta kegiatan dapat dengan sigap dan cepat mempelajari cara perakitan. Panduan tersebut ditampilkan dalam bentuk satu halaman bergambar disajikan pada [Tabel 2](#).

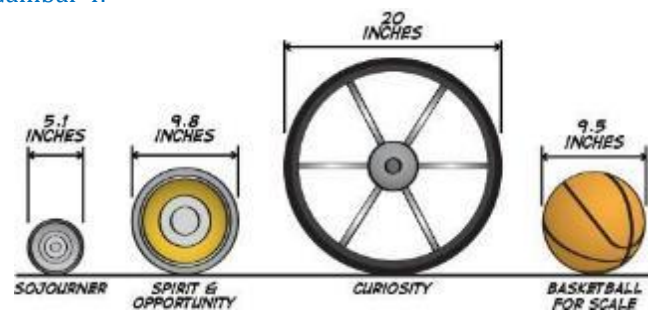
Tabel 2. Panduan Kegiatan Pelatihan

1		<p>Siapkan stik eskrim dengan ukuran 6 cm, 8 cm, dan 10 cm. Masing-masing ukuran</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 cm sebanyak 4 buah - 8 cm sebanyak 8 buah - 10 cm sebanyak 4 buah
2		
3		

Publikasi video kegiatan pada kanal Youtube: https://youtu.be/etDhhXe_w eo

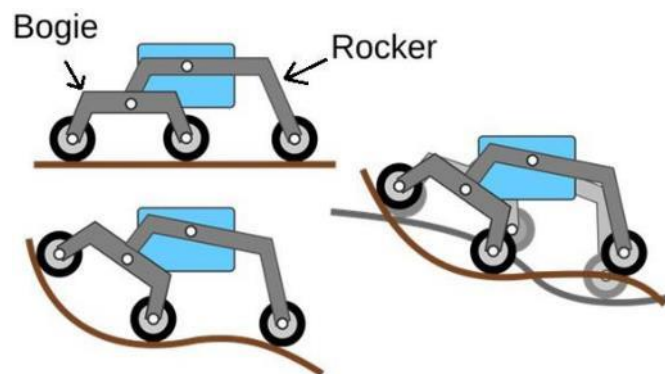
Berdasarkan hasil pelaksanaan PKM yang dilaksanakan di SD Sima Pontianak bahwa kegiatan bermain kreatif diterima secara positif oleh peserta kegiatan, yang dibuktikan dalam survey wawancara pasca kegiatan. Kedua, bentuk kegiatan yang interaktif meningkatkan kreativitas dan imajinasi anak, melalui aktivitas belajar yang menyenangkan. Ketiga, topik robot luar angkasa menarik minat dan motivasi belajar anak pada suatu materi pembelajaran. Keempat, praktek pembuatan robot rover mengembangkan keterampilan motorik halus dan ketertarikan siswa peserta pada bidang robotika, dan pengendalian robot rover dapat melatih keterampilan visual-spasial dan kemampuan berpikir logis. Beberapa poin penting mengenai rover-rover yang dikirim ke Planet Mars. Pertama, mereka didaratkan di Planet Mars untuk mencari tanda dan bukti adanya kehidupan di sana. Misalnya, bukti keberadaan air melalui bebatuan yang tergerus air, jenis bebatuan yang hanya ada di perairan, atau mikroba dan organisme mikro tertentu lainnya. Walaupun sebenarnya mereka secara umum meneliti semua hal yang ada di permukaan Planet Mars. Keempat rover didaratkan dekat dengan lembah (*valley*) atau kawah tertentu (*crater*). Para ilmuwan berpendapat bahwa bebatuan yang ada di sekitar lembah dan kawah dapat menunjukkan adanya potensi bekas aliran air serta mengandung mineral-mineral tertentu yang hanya ditemukan dekat dengan sumber dan aliran air. Hal penting berikutnya adalah bahwa keempat rover menggunakan mekanisme gerak yang sama, yaitu beroda enam, dengan suspensi *rocker-bogie* untuk menjelajahi medan yang

berbatu dan tidak datar (*offroad*). menunjukkan ukuran roda keempat rover dibandingkan dengan bola basket disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ukuran Roda Rover

Alasan utama penggunaan mekanisme suspensi rocker-bogie ini berhubungan dengan kemampuan untuk menjelajahi dataran Planet Mars yang keras berbatu (Prasad et al., 2022). Kelebihan khusus dari sistem suspensi ini adalah kemampuannya untuk memanjat hambatan yang berukuran dua kali diameter rodanya (Gallup et al., 2021). Ilustrasikan sistem suspensi rocker-bogie disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi Sistem Rocker-Bogie Menghadapi Permukaan Offroad

Desain ini tidak memiliki pegas (*spring*) dan batang as atau gandar (*axle*) yang cenderung membuat kendaraan miring dan jatuh ke samping saat menjelajahi medan *offroad*. Jika sistem kiri dibuat independen terhadap sistem di sisi kanan, maka kemampuan menjelajah robot semakin meningkat.

Pembahasan

Pandemi COVID-19 berdampak negatif dan positif dalam sistem pembelajaran dan dunia pendidikan. Salah satu dampak negatifnya adalah pembelajaran siswa menjadi terbatas hanya di lingkungan teoritis, karena pendekatan praktis dengan bimbingan guru menjadi tidak memungkinkan akibat aturan *self-distancing* (Ariyanti & Maryanti, 2022; König et al., 2020; Okta Priantini & Widiastuti, 2021). Di sisi lain, kemajuan teknologi informasi dan olah digital, menjadikan pembelajaran berbasis praktek dan terapan menjadi semakin terkucilkan (Anggraeni & Manik, 2023). Hal ini berdampak pada menurunnya minat siswa pada bidang teknologi terapan seperti robotika (Prayogo et al., 2022). Sedangkan saat ini, sistem pendidikan di Indonesia terus berubah mengikuti tuntutan global. Konsep pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering and Math*) masih menjadi trending issue dalam dunia pendidikan, terutama setelah berakhirnya pandemi COVID-19 (Choirunnisa et al., 2023; Rahmawati & Juandi, 2022). Pembelajaran berbasis STEM dengan robotika dapat mengembangkan pengetahuan dan kesadaran robotika bagi siswa (Haerani & Erna, 2022; Lathifah et al., 2019). Selain itu, pelibatan siswa secara aktif dan interaktif dalam perakitan robot dapat menambah motivasi dan kemampuan berpikir siswa (Leonard et al., 2023; Ponce et al., 2022). STEM juga telah berdampak pada jalur karier siswa dan telah mengembangkan keterampilan analitisnya secara mendalam sehingga dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar mereka (Alhakiki & Taufina, 2020; Lavi et al., 2021; Li et al., 2019). Salah satu inovasi di bidang teknologi yang menarik perhatian banyak orang adalah robot rover penjelajah Mars (Lathifah et al., 2019; Long et al., 2021). Penjelajahan ruang angkasa dan robot bergerak merupakan tema yang diminati oleh banyak pihak, khususnya di kalangan siswa sekolah dasar. Sehingga adopsi robotika dalam dunia pendidikan semakin mendapat perhatian (Gumilang et al., 2023; Papadakis, 2020). Kegiatan

robotika dapat diterapkan di semua jenjang pendidikan sejak usia dini sampai dengan, mulai dari sekolah dasar, tingkat sekolah menengah bahkan sampai sekolah pascasarjana (Arrobi & Nuralam., 2022; Basit et al., 2022; Fuada et al., 2022; Hendrik & Awal, 2023; Mulyadi et al., 2022).

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan PKM yang dilaksanakan di SD Sima Pontianak pada bulan Mei 2023 dapat ditarik kesimpulan bahwa kegiatan bermain kreatif diterima secara positif oleh peserta kegiatan, yang dibuktikan dalam survey wawancara pasca kegiatan. Kedua, bentuk kegiatan yang interaktif meningkatkan kreativitas dan imajinasi anak, melalui aktivitas belajar yang menyenangkan. Ketiga, topik robot luar angkasa menarik minat dan motivasi belajar anak pada suatu materi pembelajaran. Keempat, praktek pembuatan robot rover mengembangkan keterampilan motorik halus dan ketertarikan siswa peserta pada bidang robotika, dan pengendalian robot rover dapat melatih keterampilan visual-spasial dan kemampuan berpikir logis. Dengan demikian, kegiatan bermain kreatif sambil belajar mengenal, membuat, dan mengendalikan robot rover penjelajah Mars di SD Sima Pontianak sangat bermanfaat bagi perkembangan anak dalam berbagai aspek.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Alhakiki, A., & Taufina, T. (2020). Pengaruh Quantum Teaching Kerangka TANDUR Terhadap Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *JURNAL BASICEDU*, 4(3), 534–540. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i3.395>.
- Anggraeni, N., & Manik, Y. M. (2023). Pembelajaran Anak di Era Digital. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 3(1), 173–177. <https://doi.org/10.47709/educendikia.v3i01.2399>.
- Ariyanti, N. D., & Maryanti, R. (2022). Developing the Creativity of Elementary School Students in Cimahi, Indonesia Through Online Learning Media During the COVID-19 Pandemic. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 2(1), 7–16. <https://doi.org/10.17509/ijotis.v2i1.37391>.
- Arrobi, M. R., & Nuralam. (2022). Rancang Bangun Robot Lego Sebagai Media Pembelajaran Sekolah Dasar Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 40–50. <https://doi.org/10.55606/teknik.v2i2.346>.
- Basit, A., Budihartono, E., & Khakim, L. (2022). Upaya Meningkatkan Ketertarikan Siswa Di Bidang Robotika Melalui Pelatihan Dasar Robotika. *Jurnal Abdimas PHB*, 5(4), 782–789. <https://doi.org/10.30591/japhb.v5i4.4345>.
- Choirunnisa, N. L., Suryanti, & Rahmawati, D. (2023). The Effectiveness of STEAM Learning Based on “Robotis” Projects to Improve Science Literacy of Elementary School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4836–4841. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3524>.
- Fitriyanti, C., Hasballah, J., & Hijriati. (2023). Pengembangan Alat Permainan Edukatif Kantong Gurita untuk Mengembangkan Motorik Halus Anak. *J-HyTEL: Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning*, 1(2), 75–86. <https://doi.org/10.58536/j-hytel.v1i2.48>.
- Fuada, S., Hendriyana, Majid, N. W., & Sari, N. T. (2022). Pengenalan Teknologi Robot Sederhana Line Follower pada Anak-Anak Desa Selaparang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(3), 1210–1216. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i3.10161>.
- Gallup, J., Coffland, D., & Schultz, K. (2021). Engaging Students in STEM Careers through the Mars Rover Challenge: Bridging Barriers through Multimodal Informal Learning. *Educational Research: Theory and Practice*, 32(1), 54–61. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1288218>.
- Gumilang, Y. S., Rozaq, A., Sonalitha, E., Rabi, A., Sumarahinsih, A., & Krisdianto, Fahreza, M. A. (2023). Pengenalan dan Pelatihan Robot Lego pada Siswa Sekolah Menengah Pertama Sebagai Implementasi Pembelajaran STEM di Sekolah. *International Journal of Community Service Learning*, 7(3), 185–191. <https://doi.org/10.23887/ijsl.v7i2.60811>.
- Haerani, R. P., & Erna, S. (2022). Pelatihan Penyusunan RPP berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) di Masa Pandemi Covid19. *International Journal of Community Service Learning*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v6i1.42560>.
- Hendrik, B., & Awal, H. (2023). Pengenalan Teknologi Robot Pada Anak Sekolah Dasar. *Jurmas Bangsa*, 1(1), 46–52. <https://rcf-indonesia.org/jurnal/index.php/bangsa/article/view/140>.
- Jufriadi, A., Huda, C., Aji, S. D., Pratiwi, H. Y., & Ayu, H. D. (2022). Analisis Keterampilan Abad 21 Melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(1), 39–53. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v7i1.2482>.
- König, J., Jäger-Biela, D. J., & Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in

- Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 608–622. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1809650>.
- Lathifah, A., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2019). The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. *AIP Conference Proceedings*, 2194(1). <https://doi.org/10.1063/1.5139785>.
- Lavi, R., Tal, M., & Dori, Y. J. (2021). Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning. *Studies in Educational Evaluation*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101002>.
- Leonard, J., Djonko-Moore, C., Francis, K. R., Carey, A. S., Mitchell, M. B., & Goffney, I. D. (2023). Promoting Computational Thinking, Computational Participation, and Spatial Reasoning with LEGO Robotics. *Can. J. Sci. Math. Techn. Educ*, 23, 120–144. <https://doi.org/10.1007/s42330-023-00267-0>.
- Li, J., Mau, W.-C. J., Chen, S.-J., Lin, T.-C., & Lin, T.-Y. (2019). A Qualitative Exploration of STEM Career Development of High School Students in Taiwan. *Journal of Career Development*. <https://doi.org/10.1177/0894845319830525>.
- Long, J., Mou, J., Zhang, L., Zhang, S., & Li, C. (2021). Attitude data-based deep hybrid learning architecture for intelligent fault diagnosis of multi-joint industrial robots. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 736–745. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.08.010>.
- Lutfi, L., Kusumawardani, S., Imawati, S., & Misriandi, M. (2020). Evaluasi Penggunaan Aplikasi Kahoot Pada Pembelajaran di Sekolah Dasar Pada guru. *International Journal of Community Service Learning*, 4(3), 186–191. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v4i3.27999>.
- Mulyadi, I., Prayoga, S., Fatekha, R., Soebhakti, H., Jamzuri, E., Siregar, L., & Sugandi, B. (2022). Robotics Technology Workshop for Children 8-15 Years in Batam. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Batam*, 4(2), 135–146. <https://doi.org/10.30871/abdimaspolibatam.v4i2.4807>.
- Nurhayati, Wahyudi, Saputri, D. F., & Trisianawati, E. (2021). The impact of problem-based learning and inquiry models toward students' science process skills on the vibrations and waves chapter. *Journal of Physics: Conference Series*, 1760(1). <https://doi.org/10.1088/17426596/1760/1/012017>.
- Okta Priantini, D. A. M. M., & Widiastuti, N. L. G. K. (2021). How Effective is Learning Style Material with E-Modules During the COVID-19 Pandemic? *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 5(2), 307. <https://doi.org/10.23887/jisd.v5i2.37687>.
- Papadakis, S. (2020). Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 4(18), 34–56. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.16631>.
- Ponce, P., López-Orozco, C., Reyes, G., Lopez-Caudana, E., Parra, N., & Molina, A. (2022). Use of Robotic Platforms as a Tool to Support STEM and Physical Education in Developed Countries: A Descriptive Analysis. *Sensors*, 22(3). <https://doi.org/10.3390/s22031037>.
- Prasad, J., Sahukar, V., Suresh, M., Shetty, K., & Kumar, N. (2022). Multi-Terrain Rover Based on Rocker-Bogie Mechanism. *Singapore: Springer Lecture Notes in Electrical Engineering*, 783. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3690-5_97.
- Prasasti, D. E., Koeswanti, H. D., & Giarti, S. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Matematika Melalui Model Discovery Learning di Kelas IV SD. *Jurnal Basicedu*, 3(1), 174–179. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v3i1.98>.
- Prayogo, W., Novrianti, I. P., Mulyana, R., Panjaitan, N. H., Fitria, L., Awfa, D., & Septiariva, I. Y. (2022). Pelatihan Pengolahan Sampah dengan Metode Takakura dan Pembuatan Stringbag bagi Kelompok Anak Usia Dini di Desa Bukit Lawang, Sumatera Utara. *International Journal of Community Service Learning*, 6(3), 381–395. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v6i3.50044>.
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Stem: Systematic Literature Review. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 149–160. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>.
- Suseno, H. P., Suraya, & Fakiyah, E. (2019). Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat Di Sd Muhamadiyah Pandes Bantul Dengan Kegiatan Penghijauan Lingkungan Sekolah. *Jurnal Pengabdian*, 2(2), 196–204. <https://doi.org/10.26418/jplp2km.v2i2.35050>.
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The Relation Between 21st-Century Skills and Digital Skills: A Systematic Literature Review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>.
- Wulandari, F. A., Mawardi, M., & Wardani, K. W. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas 5 Menggunakan Model Mind Mapping. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.23887/jisd.v3i1.17174>.