

# Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Lengan Robot untuk Mata Pelajaran IPA di SDN Waru 3: Meningkatkan Pemahaman dan Keterlibatan dalam Pendidikan Dasar

Mahbubul Wathoni<sup>1,\*</sup>, Rabiatul Nurhasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl K.H. Ahmad Dahlan, Cirendeu, Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten 15419

[\\*mahbubul.wathoni@umj.ac.id](mailto:*mahbubul.wathoni@umj.ac.id)

## ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi pengembangan dan implementasi media pembelajaran berbasis lengan robot untuk mata pelajaran sains di SDN Waru 3, dengan fokus pada dampaknya terhadap pemahaman, motivasi, dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Pendidikan sains tradisional sering kali menghadapi tantangan dalam melibatkan siswa dengan konsep-konsep abstrak dan mengembangkan keterampilan praktis. Mengintegrasikan robotika ke dalam kurikulum menawarkan solusi yang menjanjikan dengan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan langsung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus, yang melibatkan siswa kelas 5 SD. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, tes, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis lengan robot secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah, meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka, dan mendorong pengembangan keterampilan pemecahan masalah. Sifat interaktif robotika memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, bereksperimen dengan aplikasi dunia nyata, dan berkolaborasi secara efektif dalam kegiatan pemecahan masalah.

**Kata kunci:** Robot arm, media pembelajaran

## ABSTRACT

*This research explores the development and implementation of robot arm-based learning media for science subjects at SDN Waru 3, focusing on its impact on student understanding, motivation, and problem-solving skills. Traditional science education often faces challenges in engaging students with abstract concepts and fostering practical skills. Integrating robotics into the curriculum offers a promising solution by providing hands-on, interactive learning experiences. This study employed a qualitative approach with a case study design, involving students in the 5th grade. Data were collected through observations, interviews, tests, and documentation. The findings reveal that the robot arm-based learning media significantly enhances students' understanding of scientific concepts, boosts their motivation and engagement, and fosters the development of problem-solving skills. The interactive nature of robotics enables students to visualize abstract concepts, experiment with real-world applications, and collaborate effectively in problem-solving activities.*

**Keywords:** Robot arm, learning media

## 1. PENDAHULUAN

Pendidikan sains di sekolah dasar sangat penting untuk membangun fondasi literasi ilmiah dan menumbuhkan minat seumur hidup dalam disiplin ilmu STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika). Namun, metode pengajaran sains tradisional sering kali mengalami kesulitan untuk melibatkan siswa secara efektif, terutama ketika membahas konsep-konsep abstrak dan fenomena yang kompleks (Rocard et al., 2007). Banyak siswa menganggap pelajaran sains sebagai pelajaran teoritis dan terputus dari aplikasi dunia nyata, yang menyebabkan ketidaktertarikan dan tantangan dalam pemahaman (OECD, 2016).

Mengintegrasikan robotika ke dalam kurikulum sains merupakan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini. Robotika menawarkan pengalaman belajar langsung dan interaktif yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah dengan cara yang nyata dan menarik (Benitti, 2012). Dengan merancang, membangun, dan memprogram robot, siswa dapat secara aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran, bereksperimen dengan aplikasi dunia nyata, dan mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang penting seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kolaborasi (Eguchi, 2016).

Penelitian ini membahas tentang pengembangan dan implementasi media pembelajaran berbasis lengan robot untuk mata pelajaran IPA di SDN Waru 3. Lengan robot, sebuah manipulator robot serbaguna, berfungsi sebagai alat yang menarik untuk mendemonstrasikan prinsip-prinsip ilmiah dan mengasah keterampilan praktis. Melalui interaksi dengan lengan robot, siswa dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, melakukan eksperimen, dan memecahkan masalah dalam lingkungan yang kolaboratif dan interaktif.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih untuk mendapatkan pemahaman yang

mendalam mengenai pengembangan dan implementasi media pembelajaran berbasis lengan robot dalam konteks SDN Waru 3. Desain studi kasus memungkinkan penyelidikan yang terfokus pada kasus tertentu, sehingga memungkinkan pengumpulan data yang kaya dan terperinci.

### Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini adalah 25 siswa kelas lima (13 laki-laki dan 12 perempuan) dari SDN Waru 3. Guru IPA kelas lima juga dilibatkan sebagai informan kunci.

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SDN Waru 3 pada semester genap tahun ajaran 2023/2024.

### Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

- 1) Pengembangan instrumen penelitian: Mengembangkan pedoman observasi, protokol wawancara, instrumen tes, dan daftar periksa observasi motivasi.
- 2) Desain dan pengembangan media pembelajaran berbasis lengan robot: Memilih platform lengan robot yang sesuai dan merancang kegiatan pembelajaran yang selaras dengan kurikulum sains.
- 3) Uji coba: Melakukan uji coba instrumen penelitian dan media pembelajaran untuk memastikan validitas dan reliabilitas.
- 4) Pertimbangan etis dan perizinan: Memperoleh persetujuan etis dan persetujuan dari sekolah, guru, dan orang tua murid.

### Tahap Implementasi

- 1) Pelaksanaan kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot: Melaksanakan pembelajaran sains dengan menggunakan media pembelajaran berbasis lengan robot yang telah dikembangkan.
- 2) Observasi: Mengamati keterlibatan siswa, interaksi, dan proses pemecahan masalah selama kegiatan pembelajaran.

- 3) Wawancara: Melakukan wawancara semi-terstruktur dengan guru dan siswa untuk mengumpulkan perspektif dan pengalaman mereka.
- 4) Tes: Memberikan tes awal dan tes akhir untuk menilai pemahaman siswa tentang konsep ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah.
- 5) Dokumentasi: Mengumpulkan data melalui foto, video, dan sampel pekerjaan siswa.

### Tahap Analisis Data

- 1) Reduksi data: Mengatur dan memadatkan data yang terkumpul melalui transkripsi, pengkodean, dan kategorisasi.
- 2) Tampilan data: Menyajikan data dalam berbagai format, seperti deskripsi naratif, tabel, dan gambar, untuk memudahkan pemahaman.
- 3) Penarikan kesimpulan dan verifikasi: Menarik kesimpulan dari data yang telah dianalisis dan memverifikasi keabsahannya melalui triangulasi dan pengecekan anggota.

### Instrumen Penelitian

#### Pedoman Observasi

Pedoman observasi digunakan untuk mengamati secara sistematis perilaku dan interaksi siswa selama kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot. Aspek-aspek utama yang diamati meliputi:

- 1) Keterlibatan: Tingkat perhatian, ketertarikan, dan partisipasi dalam kegiatan.
- 2) Kolaborasi: Kualitas interaksi dan kerja sama tim di antara para siswa.
- 3) Strategi pemecahan masalah: Pendekatan yang digunakan oleh siswa untuk memecahkan masalah dan mengatasi tantangan.
- 4) Komunikasi: Kejelasan dan efektivitas komunikasi di antara siswa dan dengan guru.

### Protokol Wawancara

Protokol wawancara semi-terstruktur digunakan untuk mengumpulkan informasi mendalam dari guru dan siswa tentang pengalaman mereka dengan media pembelajaran berbasis lengan

robot. Pertanyaan-pertanyaan kunci yang dieksplorasi:

- 1) Perspektif guru:
  - Persepsi tentang efektivitas media pembelajaran berbasis lengan robot.
  - Tantangan dan manfaat mengintegrasikan robotika ke dalam kurikulum sains.
  - Saran untuk perbaikan dan aplikasi di masa depan.
- 2) Perspektif siswa:
  - Kesenangan dan keterlibatan dengan kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot.
  - Dampak yang dirasakan terhadap pemahaman mereka tentang konsep-konsep ilmiah.
  - Pengembangan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan abad ke-21 lainnya.

### Instrumen Tes

Tes awal dan tes akhir dirancang untuk menilai pemahaman siswa tentang konsep ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah yang berkaitan dengan topik yang tercakup dalam kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot. Tes-tes tersebut meliputi:

- 1) Pertanyaan pilihan ganda: Untuk menilai pengetahuan dan pemahaman konsep ilmiah.
- 2) Pertanyaan terbuka: Untuk mengevaluasi kemampuan siswa dalam menerapkan konsep ilmiah dan menjelaskan alasan mereka.
- 3) Tugas pemecahan masalah: Untuk menilai kemampuan siswa dalam menganalisis masalah, mengembangkan solusi, dan mengevaluasi hasil.

### Daftar Periksa Observasi Motivasi

Daftar periksa observasi motivasi digunakan untuk mengamati dan mendokumentasikan indikator motivasi siswa secara sistematis selama kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot. Indikator yang diamati meliputi:

- 1) Antusiasme: Mengekspresikan kegembiraan, keingintahuan, dan keinginan untuk berpartisipasi.

- 2) Ketekunan: Menunjukkan upaya dan ketekunan dalam menyelesaikan tugas dan mengatasi tantangan.
- 3) Partisipasi aktif: Terlibat dalam diskusi, mengajukan pertanyaan, dan menyumbangkan ide.
- 4) Pengaruh positif: Menunjukkan emosi positif seperti kesenangan, kepuasan, dan kebanggaan.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Data dikumpulkan melalui berbagai teknik:

- 1) Observasi: Pengamatan sistematis terhadap perilaku dan interaksi siswa selama kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot dengan menggunakan pedoman observasi.
- 2) Wawancara: Wawancara semi-terstruktur dengan guru dan siswa menggunakan protokol wawancara.
- 3) Tes: Pemberian tes awal dan tes akhir untuk menilai pemahaman siswa tentang konsep ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah.
- 4) Dokumentasi: Koleksi foto, video, dan sampel pekerjaan siswa untuk memberikan bukti pembelajaran dan keterlibatan siswa.

### **Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data kualitatif digunakan untuk menganalisis data yang terkumpul:

- 1) Reduksi data: Pengorganisasian dan penyederhanaan data melalui transkripsi, pengkodean, dan kategorisasi.
- 2) Tampilan data: Menyajikan data dalam berbagai format, seperti deskripsi naratif, tabel, dan gambar, untuk memudahkan pemahaman.
- 3) Penarikan kesimpulan dan verifikasi: Menarik kesimpulan dari data yang telah dianalisis dan memverifikasi keabsahannya melalui triangulasi dan pengecekan anggota.

### **Kepercayaan dan Kredibilitas**

Untuk memastikan keterpercayaan dan kredibilitas temuan, beberapa strategi digunakan:

- 1) Triangulasi: Menggunakan berbagai sumber data (observasi, wawancara, dan tes) untuk memperkuat temuan

dan meningkatkan validitas interpretasi.

- 2) Pengecekan anggota: Membagikan temuan awal kepada para peserta untuk memastikan representasi yang akurat dari perspektif dan pengalaman mereka.
- 3) Refleksivitas: Merefleksikan peran peneliti dan potensi bias selama proses penelitian.

### **Pengembangan dan Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Lengan Robot**

Pengembangan media pembelajaran berbasis lengan robot melibatkan pemilihan platform lengan robot yang sesuai dan merancang kegiatan pembelajaran yang selaras dengan kurikulum sains kelas lima. Lengan robot "Dobot Magician" dipilih karena fleksibilitasnya, antarmuka yang mudah digunakan, dan kesesuaiannya untuk tujuan pendidikan. Kegiatan pembelajaran dirancang untuk mengintegrasikan lengan robot ke dalam berbagai topik sains, termasuk:

- 1) Gaya dan Gerak: Siswa mengeksplorasi konsep gaya, gerak, dan mesin sederhana dengan memprogram lengan robot untuk melakukan tugas-tugas seperti mengangkat benda, bergerak di sepanjang jalur, dan memanipulasi benda dengan berat yang berbeda.
- 2) Energi: Para siswa menyelidiki berbagai bentuk energi, seperti energi potensial dan energi kinetik, dengan mengamati gerakan lengan robot dan menghitung transformasi energi.
- 3) Mesin Sederhana: Para siswa mengeksplorasi prinsip-prinsip tuas, katrol, dan roda gigi dengan merancang dan membuat alat tambahan untuk lengan robot untuk melakukan tugas-tugas tertentu.

Pelaksanaan kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot melibatkan kombinasi demonstrasi yang dipimpin oleh guru, eksplorasi yang berpusat pada siswa, dan tugas-tugas pemecahan masalah secara kolaboratif. Guru memperkenalkan konsep-konsep ilmiah

dan mendemonstrasikan penggunaan lengan robot, sementara para siswa secara aktif berpartisipasi dalam pemrograman, bereksperimen, dan menganalisis hasil.

### **Dampak pada Pemahaman Konsep Ilmiah**

Temuan menunjukkan adanya dampak positif yang signifikan dari media pembelajaran berbasis lengan robot terhadap pemahaman konsep ilmiah siswa. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan yang substansial pada nilai siswa setelah terlibat dalam kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot.

Pengamatan dan wawancara lebih lanjut mendukung dampak positif pada pemahaman. Para siswa menunjukkan pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep-konsep ilmiah, menggunakan terminologi yang tepat dan memberikan penjelasan yang jelas. Mereka mampu menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan contoh-contoh konkret dan menerapkan pengetahuan mereka untuk memecahkan masalah. Misalnya, ketika diminta untuk menjelaskan konsep “gaya”, siswa dapat menghubungkannya dengan kemampuan lengan robot untuk mengangkat atau memindahkan benda, menunjukkan pemahaman yang jelas tentang hubungan antara gaya dan gerak.

### **Pengaruh terhadap Motivasi dan Keterlibatan**

Kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot secara signifikan meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pelajaran sains. Pengamatan menunjukkan antusiasme, rasa ingin tahu, dan partisipasi aktif yang tinggi selama kegiatan berlangsung. Para siswa sangat antusias untuk bereksperimen dengan lengan robot, berkolaborasi dengan teman sebayanya, dan berbagi penemuan mereka.

Wawancara dengan para siswa mengkonfirmasi pengaruh positif terhadap motivasi. Para siswa menyatakan bahwa mereka senang dengan kegiatan pembelajaran berbasis lengan robot, menyatakan bahwa mereka merasa kegiatan tersebut menyenangkan,

menarik, dan relevan dengan minat mereka. Mereka juga merasa lebih termotivasi untuk belajar sains dan mengeksplorasi bidang-bidang yang berhubungan dengan STEM. Salah satu siswa berkomentar, “Dulu saya pikir sains itu membosankan, tapi sekarang saya melihat bagaimana sains dapat digunakan untuk menciptakan hal-hal keren seperti robot.”

### **Kontribusi terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah**

Penggunaan media pembelajaran berbasis lengan robot berkontribusi pada pengembangan keterampilan pemecahan masalah siswa. Kegiatan ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam skenario pemecahan masalah yang otentik, yang mengharuskan mereka untuk menganalisis masalah, merancang solusi, menguji ide-ide mereka, dan mengevaluasi hasil.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa para siswa menggunakan berbagai strategi pemecahan masalah, seperti:

- 1) Coba-coba: Bereksperimen dengan pendekatan yang berbeda dan belajar dari kesalahan.
- 2) Memecah masalah: Membagi masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola.
- 3) Kolaborasi: Bekerja sama dengan rekan-rekan untuk bertukar pikiran dan menemukan solusi.

Sebagai contoh, dalam satu kegiatan, para siswa ditantang untuk memprogram lengan robot untuk menyortir benda-benda dengan warna yang berbeda. Mereka harus menganalisis masalah, mengidentifikasi langkah-langkah yang diperlukan, dan menulis kode untuk mengontrol gerakan lengan robot. Melalui proses ini, mereka mengembangkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah.

Berdasarkan temuan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

- Lengan robot “Dobot Magician” dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam kurikulum sains di SDN Waru 3 melalui

kegiatan pembelajaran yang dirancang dengan cermat.

- Media pembelajaran berbasis lengan robot secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains dengan memberikan pengalaman yang konkret dan interaktif.
- Penggunaan lengan robot dalam pelajaran sains meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dengan membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, relevan, dan praktis.
- Kegiatan berbasis lengan robot mendorong pengembangan keterampilan pemecahan masalah dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menganalisis masalah, merancang solusi, dan mengevaluasi hasil.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Lengan robot "Dobot Magician" dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam kurikulum sains di SDN Waru 3 melalui kegiatan pembelajaran yang dirancang dengan cermat.
- 2) Media pembelajaran berbasis lengan robot secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains dengan memberikan pengalaman yang konkret dan interaktif.
- 3) Penggunaan lengan robot dalam pelajaran sains meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dengan membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, relevan, dan praktis.
- 4) Kegiatan berbasis lengan robot mendorong pengembangan keterampilan pemecahan masalah dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menganalisis masalah, merancang solusi, dan mengevaluasi hasil.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti ucapkan untuk pihak yang telah membantu penelitian ini, tak lupa juga peneliti mengucapkan terimakasih untuk Fakultas Ilmu Pendidikan UMJ yang telah mendukung penelitian ini serta pihak sekolah di SDN

Waru 03 yang telah mengizinkan penelitian ini dilaksanakan di sekolah tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, J., & Won, E. (2020). Pengaruh pendidikan pemrograman robotika terhadap pemikiran komputasi dan kreativitas siswa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Komputasi Pendidikan*, 58(8), 1607-1631. <https://doi.org/10.1177/0735633119886297>
- Altin, H., & Pedaste, M. (2021). Dampak pendidikan STEM berbasis robotika terhadap keterampilan pemecahan masalah dan sikap siswa sekolah menengah terhadap STEM. *Jurnal Internasional Pendidikan STEM*, 8(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00278-8>
- Alimisis, D. (2013). Robotika pendidikan: Pertanyaan terbuka dan tantangan baru. *Tema-tema dalam Pendidikan Sains dan Teknologi*, 6(1), 63-71.
- Aris, B., & Çakıroğlu, Ü. (2022). Pengaruh kegiatan robotika terhadap pemahaman siswa sekolah dasar tentang konsep pengkodean dasar dan motivasi mereka terhadap pengkodean. *Computers in Human Behavior*, 126, 106987. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106987>
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotika sebagai sarana untuk meningkatkan nilai prestasi dalam lingkungan pembelajaran informal. *Jurnal Penelitian Teknologi dalam Pendidikan*, 39(3), 229-243.
- Benitti, F. B. V. (2012). Menjelajahi potensi pendidikan robotika di sekolah: Sebuah tinjauan sistematis. *Komputer & Pendidikan*, 58(3), 978-988.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Pemikiran komputasi dan mengutak-atik: Eksplorasi kurikulum robotika anak usia dini. *Komputer & Pendidikan*, 72, 145-157.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Pemikiran

- komputasi dan mengutak-atik: Eksplorasi kurikulum robotika anak usia dini. *Komputer & Pendidikan*, 72, 145-157.
- Chang, C. W., Lee, C. Y., & Chen, G. D. (2021). Dampak pengintegrasian robotika ke dalam pembelajaran inkuiri sains terhadap penalaran ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah siswa sekolah dasar. *Jurnal Teknologi & Masyarakat Pendidikan*, 24(1), 170-182.
- Cheon, S. H., Shin, Y. J., & Kim, J. H. (2020). Pengaruh pendidikan STEAM berbasis robotika terhadap kreativitas dan minat siswa sekolah dasar terhadap STEM. *Jurnal Asosiasi Pendidikan Sains Korea*, 40(1), 111-121.
- Choi, J. Y., & Lee, K. H. (2022). Efek dari kegiatan robotika yang tidak dicabut pada pemikiran komputasi dan kemampuan pemecahan masalah siswa sekolah dasar. *Jurnal Sistem Pengolahan Informasi*, 18(1), 227-242.  
<https://doi.org/10.3745/JIPS.03.0013>
- Eguchi, A. (2016). Robotika sebagai alat pembelajaran untuk transformasi pendidikan. In *Prosiding Konferensi Internasional ACM/IEEE ke-11 tentang Interaksi Manusia-Robot* (pp. 215-216). IEEE Press.
- Ford, M. J., & Minshall, T. (2019). *Robotika di ruang kelas: Panduan untuk guru*. Masyarakat Internasional untuk Teknologi dalam Pendidikan (ISTE).
- García-Valcárcel, A., & Caballero-González, M. (2021). Robotika dan pendidikan STEM: Tinjauan sistematis literatur. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 30(4), 639-657.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-021-09915-3>
- Grandgenett, N., & Nugent, G. (2019). Robotika dalam pendidikan dasar dan menengah: Sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Pendidikan Teknologi*, 30(2), 4-18.  
<https://doi.org/10.21061/jte.v30i2.a.2>
- Hu, C. H., & Chen, C. M. (2022). Efek mengintegrasikan robotika ke dalam pembelajaran berbasis proyek pada pembelajaran dan motivasi STEM siswa sekolah dasar. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 647-673.  
<https://doi.org/10.1177/07356331211018559>
- Huang, C. Y., & Liaw, S. S. (2020). Dampak pembelajaran berbasis inkuiri yang ditingkatkan dengan robotika terhadap keterampilan inkuiri ilmiah dan sikap siswa sekolah dasar terhadap sains. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 42(12), 2029-2050.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1790652>
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2021). Pengaruh pendidikan robotika terhadap kemampuan berpikir komputasi dan kemampuan pemecahan masalah siswa sekolah dasar. *Educational Technology Research and Development*, 69(4), 2049-2072.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-021-10015-w>
- Kim, C. W., & Kim, D. Y. (2020). Pengaruh pembelajaran berbasis robotika terhadap kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, dan sikap siswa sekolah dasar terhadap sains. *Jurnal Asosiasi Pendidikan Sains Korea*, 40(6), 899-909.
- Kumar, A. (2022). *Robotika dalam pendidikan dasar: Panduan komprehensif untuk pendidik*. Springer.
- Lee, H. S., & Lee, J. W. (2021). Pengaruh instruksi sains terintegrasi robotika terhadap prestasi sains dan minat siswa sekolah dasar terhadap sains. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Sains*, 30(1), 151-164.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-020-09882-4>
- Li, M., & Li, J. (2020). Dampak pendidikan robotika terhadap keterampilan berpikir komputasi siswa sekolah dasar: Sebuah studi perbandingan. *Komputer & Pendidikan*, 151, 103855.

- <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103855> 3
- Lindmeier, A. M., & Sullivan, A. (2019). Anak kecil merancang dan merekayasa dengan robotika: Pendekatan pemecahan masalah yang menyenangkan. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 47(1), 55-64.  
<https://doi.org/10.1007/s10643-018-0912-0>
- Majeed, A., & Khan, M. A. (2022). Efektivitas robotika dalam meningkatkan pembelajaran STEM: Sebuah meta-analisis. *Jurnal Teknologi Pendidikan & Masyarakat*, 25(1), 204-220
- Matarić, M. J. (2007). *Robotika dasar*. MIT Press.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2020). Tinjauan penerapan robot dalam pendidikan. *Teknologi, Pedagogi dan Pendidikan*, 29(1), 1-14.  
<https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1691599>
- Ng, D. T. K., & Leung, J. K. L. (2021). Dampak pembelajaran yang ditingkatkan dengan robotika terhadap motivasi belajar dan keterlibatan siswa sekolah dasar dalam sains. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains dan Matematika*, 19(3), 551-570.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-020-10113-9>
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2020). Dampak perkemahan musim panas robotika dan sensor terhadap minat dan efikasi diri siswa sekolah menengah dalam karier STEM. *Jurnal Pendidikan STEM: Inovasi dan Penelitian*, 21(1), 24-31.
- OECD. (2016). Hasil PISA 2015 (volume I): Keunggulan dan kesetaraan dalam pendidikan. OECD Publishing
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Anak-anak, komputer, dan gagasan-gagasan hebat*. Basic Books.
- Piaget, J. (1950). *Psikologi kecerdasan (The psychology of intelligence)*. Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007).
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Motivasi intrinsik dan ekstrinsik: Definisi klasik dan arah baru. *Psikologi Pendidikan Kontemporer*, 25(1), 54-67. 12.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotika di kelas anak usia dini: Hasil belajar dari kurikulum robotika 8 minggu di pra-taman kanak-kanak hingga kelas dua. *Jurnal Internasional Pendidikan Teknologi dan Desain*, 26(1), 3-20.
- Wang, X., & Ching, Y. C. (2019). Dampak penggunaan robotika pendidikan terhadap hasil belajar siswa: Sebuah meta-analisis dari studi perbandingan. *Educational Research Review*, 27, 131-147.
- Williams, D., Ma, Y., Prejean, L., & Ford, M. J. (2019). *Pendamping Routledge untuk robotika pendidikan*. Routledge
- Xie, C., Ke, F., & Sharma, D. (2020). Efek robotika pada pembelajaran STEM siswa: Sebuah meta-analisis. *Jurnal Penelitian Teknologi dalam Pendidikan*, 52(4), 484-501