

Peningkatan Skill Abad 21 melalui *Play Based Learning* (PBL) STEM dengan Media Robotics di Sekolah Dasar

Muhammad Alie Muzakki¹, Aprilia Riyana Putri²

¹✉Pendidikan Guru Sekolah Dasar UNISNU Jepara, alimuzakki@unisnu.ac.id,

²✉Pendidikan Bahasa Inggris UNISNU Jepara, apriliah@unisnu.ac.id.

Abstrak

Penelitian ini menganalisis literatur mengenai penggunaan *Play Based Learning* (PBL) STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar untuk meningkatkan keterampilan abad 21 siswa. Metode yang digunakan adalah *Systemic Literature Review* (SLR) dengan model meta sintesis. Hasil analisis menunjukkan bahwa PBL STEM dengan media robotika efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan pemikiran kritis pada siswa Sekolah Dasar. Temuan ini didukung oleh berbagai studi lainnya. Faktor pendukung seperti dukungan guru, sekolah, akses terhadap peralatan dan sumber daya, serta kurikulum yang mendukung penting dalam keberhasilan implementasi. Kendala yang diidentifikasi meliputi kurangnya pengetahuan dan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi serta keterbatasan sumber daya. Rekomendasi praktis diberikan kepada pendidik, kebijakan pendidikan, dan penelitian lanjutan, termasuk strategi implementasi yang efektif, pelatihan dan pengembangan guru, pengembangan kurikulum, serta integrasi PBL STEM dengan media robotika dalam sistem pendidikan. Meskipun penelitian ini menggunakan metode SLR dan model meta sintesis, penelitian lanjutan diperlukan untuk memperluas pemahaman tentang topik ini melalui penelitian empiris.

Kata Kunci:

Play Based Learning (PBL), STEM, 21st Century Skill, Robotics

PENDAHULUAN

Revolusi teknologi saat ini telah banyak berpengaruh terhadap tatanan kehidupan manusia. Perubahan tatanan ini mendekatkan manusia pada penerapan teknologi tinggi menjadi kebutuhan untuk menunjang penyelesaian pekerjaan Produktifitas serta kecepatan arus informasi memberikan tekanan perubahan terhadap cara manusia dalam memecahkan masalah sehari-hari. Tidak terkecuali masalah dalam aktivitas pembelajaran para siswa.

Ketrampilan siswa di abad 21 perlu dikembangkan dan diterapkan dalam memenuhi tantangan sumber daya manusia dimasa yang akan datang . 21st Century Skill yang terdiri dari mengedapankan pada penerapan *Play Based Learning* serta membantu siswa mampu memanfaatkan kelebihan dan kekuatan pada pribadi mereka masing-masing (González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022). Pemanfaatan dua pendekatan ini mengarahkan pada pembelajaran inklusif yang bersifat universal dan ramah kepada anak(Khoiri et al., 2021).

Siswa pada saat ini terlahir dan terdidik secara *seamless* dengan teknologi informasi. Hal ini mendorong para siswa untuk selalu dekat dan beraktivitas dengan teknologi informasi. Teknologi robotika, kecerdasan buatan (AI) serta *coding* menjadi kosakata yang sangat dekat dengan aktivitas anak-anak. hal ini mengindikasikan adanya keminatan siswa untuk mengembangkan skill dan pengetahuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Indonesia sebagai negara berkembang memerlukan lebih banyak generasi pengembang teknologi maju(Zviel-Girshin et al., 2020).

Dalam abad ke-21, kemampuan kognitif, kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi, dan pemikiran kritis menjadi sangat penting untuk berhasil dalam kehidupan dan karier di masa depan. pendidikan anak-anak pada tingkat SD sering berfokus pada pembelajaran akademik formal yang didasarkan pada pemberian pengetahuan dan keterampilan melalui pengajaran langsung. Namun,

metode ini tidak selalu efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang kompleks dan beragam(Jufriadi et al., 2022).

Play-based learning menggabungkan unsur permainan dan pembelajaran formal. Melalui permainan, anak-anak dapat belajar dengan lebih menyenangkan dan alami, sambil tetap mengembangkan keterampilan dan pemahaman yang diperlukan untuk menghadapi dunia modern. Anak-anak usia Sekolah Dasar cenderung belajar lebih baik melalui pengalaman langsung, interaksi, dan bermain. PBL STEM yang memanfaatkan media robotika menyediakan lingkungan yang menarik dan menantang bagi mereka untuk belajar sambil bermain. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran, yang memperkuat pemahaman dan retensi materi

Meningkatkan keterampilan abad 21 pada tingkat Sekolah Dasar memberikan landasan yang kuat bagi siswa dalam membangun keterampilan lebih lanjut di tingkat pendidikan yang lebih tinggi. Dengan memperkenalkan siswa pada konsep-konsep STEM dan penggunaan teknologi dalam pembelajaran sejak dini, mereka akan lebih siap untuk menghadapi tantangan masa depan dan mengikuti perkembangan teknologi yang terus berubah.

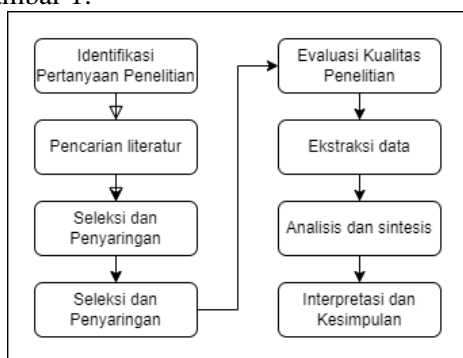
Berdasarkan latar belakang diatas, tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang PBL STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar dan dampaknya terhadap peningkatan keterampilan abad 21.

METODOLOGI

Metode penelitian *Play Based Learning* (PBL) STEM yang memanfaatkan media robotika di Sekolah Dasar untuk meningkatkan keterampilan abad 21 menggunakan metode *Systemic Literature Review* (SLR) dengan model meta-sintesis. Metode Systemic Literature Review (SLR) dengan model meta sintesis melibatkan analisis yang sistematis dan komprehensif terhadap literatur yang telah ada. Dengan

menggunakan metode ini, dapat mengidentifikasi dan mengumpulkan penelitian-penelitian terkait PBL STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar dan dampaknya terhadap peningkatan keterampilan abad 21 pada siswa (Sholikhati, 2021).

Melalui model meta-sintesis, peneliti dapat melihat pola-pola temuan yang muncul dari berbagai penelitian yang dikaji. Dengan menyintesis hasil-hasil penelitian tersebut, peneliti dapat mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dampak PBL STEM dengan media robotika terhadap peningkatan keterampilan abad 21 pada siswa. Model meta sintesis memungkinkan peneliti untuk melihat kesamaan, perbedaan, dan tren yang muncul dari literatur yang dikaji (Maidin, 2022). Adapun langkah-langkah penelitian menggunakan sistematika seperti pada gambar 1.



Gambar 1 – flowchart metode *Systemic Literature Review* (SLR) dengan model meta-sintesis

Tahapan awal dalam penelitian ini merujuk pada tujuan dari penelitian yaitu untuk mengidentifikasi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang PBL STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar dan dampaknya terhadap peningkatan keterampilan abad 21. Selanjutnya dilakukan pencarian literatur dengan menggunakan google scholar ataupun google site dengan filter pencarian dengan menggunakan kata kunci “*Play Based Learning*”, “*STEM Education*”, “*Robotics*”, “*Elementary School*”, dan “*21st Century Skills*”. Pencarian ini nantinya akan menghasilkan

sejumlah artikel yang berhubungan dengan topik penelitian.

Tahap seleksi dan penyaringan dilakukan untuk memilih jurnal sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan antara lain metode penelitian, penelitian dilakukan di sekolah dasar, pemanfaatan media robotika, dan dampak terhadap Keterampilan abad 21. Seleksi yang dilakukan berdasarkan tahun antara 2018 – 2023.

Setelah artikel dipilih, dilakukan evaluasi kualitas penelitian yang ada. Hal ini melibatkan penilaian terhadap metodologi penelitian, desain penelitian, ukuran sampel, validitas instrumen, dan kekuatan bukti dalam setiap penelitian yang dipertimbangkan. Evaluasi ini membantu menentukan keandalan dan kredibilitas penelitian yang akan digunakan dalam meta sintesis.

Keseluruhan artikel tersebut diidentifikasi dan dikategorikan berdasarkan tujuan penelitian, metode penelitian, sampel dan populasi temuan utama dan kesimpulan. Berdasarkan data-data tersebut kemudian diklasifikasikan, dibandingkan dan disintesis untuk menghasilkan pola dan temuan umum yang muncul (Andriani, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep *Play Based Learning* (PBL) STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan dan mengaplikasikan elemen-elemen bermain (*play*) dengan pembelajaran berbasis ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika (McLean et al., 2023). PBL STEM mendorong siswa untuk belajar melalui eksplorasi aktif, kolaborasi, dan pemecahan masalah, sambil menggunakan konsep-konsep STEM. Penggunaan media robotika dalam PBL STEM melibatkan penggunaan robot atau perangkat robotik sebagai alat pembelajaran. Robotika menyediakan sarana konkret bagi siswa untuk berinteraksi dengan konsep-konsep STEM dalam konteks nyata. Siswa dapat merancang, memprogram, dan mengendalikan robot untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu.

Hal ini memungkinkan mereka untuk mengembangkan keterampilan teknologi, pemrograman, pemecahan masalah, dan kreativitas (Lowrie & Larkin, 2020)



Gambar 2 – Kegiatan Pembelajaran *Play Based Learning* (PBL) STEM dengan Media Robotics

Pengembangan Keterampilan abad 21 pada anak-anak usia Sekolah Dasar sangat penting mengingat perkembangan zaman dan persyaratan dunia yang semakin kompleks. Keterampilan abad 21 mencakup pemikiran kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah.

Play Based Learning STEM membantu siswa untuk mengembangkan pemikiran kritis dan kreativitas dalam mencari solusi melalui melibatkan siswa dalam pembelajaran yang interaktif dan praktis. Kolaborasi dan komunikasi antar siswa juga ditingkatkan melalui kerja tim dalam merancang dan mengendalikan robot. Siswa juga belajar untuk menghadapi tantangan dan mengatasi masalah dalam proses pemecahan masalah menggunakan teknologi robotika (Davidi et al., 2021).

Peningkatan keterampilan abad 21 pada anak-anak usia Sekolah Dasar sangat penting karena memberi mereka pondasi yang kuat untuk masa depan. Keterampilan ini diperlukan dalam dunia kerja yang semakin canggih dan global, di mana kemampuan berpikir kritis, berkolaborasi, berkomunikasi, dan beradaptasi dengan teknologi menjadi kunci keberhasilan. Dengan mengintegrasikan PBL STEM dengan media robotika dalam pembelajaran di Sekolah Dasar, anak-anak dapat mengembangkan keterampilan abad 21 secara holistik sejak dini, mempersiapkan mereka untuk tantangan masa depan yang

lebih kompleks dan dinamis (Johnson et al., 2023).

Tahapan Pembelajaran di Kelas

Pembelajaran *Play Based Learning* STEM dengan media robotika mencakup serangkaian langkah yang terstruktur untuk memfasilitasi pembelajaran yang efektif. Berikut adalah beberapa langkah yang umumnya terjadi dalam sintak pembelajaran PBL STEM dengan media robotika yaitu Identifikasi Masalah, Eksplorasi dan Penelitian, Perencanaan dan Desain, Implementasi dan Pengujian, Evaluasi dan Refleksi, serta Presentasi atau Demonstrasi (Darmawansah et al., 2023).

Tahapan identifikasi masalah, guru memulai dengan mengidentifikasi masalah atau tugas yang akan dipecahkan atau diselesaikan oleh siswa. Masalah atau tugas ini harus relevan dengan konsep STEM yang sedang dipelajari. Pada umumnya identifikasi masalah berasal dari permasalahan di lingkungan sekitar siswa.

Tahapan eksplorasi dan penelitian dilakukan oleh siswa dengan memberikan kesempatan untuk melakukan eksplorasi dan penelitian terkait dengan masalah atau tugas yang diberikan. Mereka dapat menggunakan berbagai sumber daya media robotika, referensi dari internet untuk mengumpulkan informasi dan pemahaman yang diperlukan.

Tahapan perencanaan dan desain merupakan tahapan penting dalam memberikan gambaran solusi terhadap masalah yang didapatkan. Tahapan ini memanfaatkan software perencanaan seperti tinkercad, lego designer, Autodesk ataupun software simulator lain yang mampu membantu dalam proses perencanaan.

Tahapan selanjutnya, merupakan tahapan implementasi dan pengujian. Siswa mengimplementasikan solusi yang telah mereka desain dan memprogram robot sesuai dengan instruksi yang diberikan. Mereka menguji dan mengamati hasil dari implementasi tersebut.

Tahapan Evaluasi dan Refleksi. Siswa mengevaluasi hasil dari implementasi mereka dan merefleksikan proses pembelajaran yang

telah mereka lakukan. Mereka membandingkan hasil dengan tujuan awal dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan.

Tahapan akhir dari sintak ini adalah Presentasi atau Demonstrasi, Siswa memiliki kesempatan untuk mempresentasikan atau mendemonstrasikan solusi yang mereka temukan. Ini dapat dilakukan dalam bentuk presentasi, poster, atau demonstrasi langsung dengan menggunakan media robotika. Dalam berbagai kesempatan. Setiap proyek yang dikembangkan oleh siswa didemonstrasikan dan dipresentasikan melalui bahasa Inggris. Mulai dari tahapan pembuatan hingga tahap pengujian. Kelebihan ini memiliki dampak pada peningkatan siswa dalam menguasai kosakata serta kemampuan berkomunikasi bahasa Inggris (Pradhananga et al., 2022; Suh et al., 2021).

Faktor pendukung dan hambatan

Hasil studi literatur yang dilakukan terkait faktor pendukung dalam penerapan PBL STEM dengan media robotik di Sekolah Dasar dalam meningkatkan keterampilan abad 21 terbagi beberapa faktor yaitu faktor guru, dukungan sekolah, ketersediaan peralatan dan akses teknologi yang memadai serta kurikulum yang mendukung (Martaningsih et al., 2022).

Keberadaan guru terlatih merupakan instrumen pendukung utama terlaksananya penerapan PBL STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar, Guru terlatih ini akan memberikan pendampingan, membuat proyek yang relevan serta mampu memfasilitasi pembelajaran siswa dalam melakukan tahapan-tahapan *play based learning*.

Kepala sekolah dan Guru serumpun memberikan dukungan dalam penerapan PBL STEM. Dukungan dari sekolah perlu dilakukan dengan membuat ekosistem yang kondusif serta PBL STEM dengan media robotika menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa dan pengembangan keterampilan abad 21 yang kompleks. Namun, evaluasi dan pengukuran kemajuan siswa dalam hal ini mungkin memerlukan pendekatan dan instrumen evaluasi yang baru

dan sesuai. mampu mengintegrasikan PBL STEM dengan robotika ke dalam ekosistem kurikulum sekolah. Fleksibilitas kurikulum yang mendukung implementasi PBL STEM dengan media robotik akan memberikan landasan kuat untuk pengajaran dan pembelajaran. Fleksibilitas kurikulum dilakukan untuk mengakomodir kegiatan serta proyek permainan yang dikerjakan.

Faktor pendukung berikutnya terdapat pada akses peralatan dan sumber daya yang relevan. Ketersediaan peralatan dan sumber daya yang relevan, seperti kit robotic, perangkat lunak pemrograman serta aktualisasi berupa event kompetisi lokal, nasional, regional, maupun internasional adalah faktor penting dalam keberhasilan implementasi. Siswa perlu memiliki akses yang memadai untuk menggunakan teknologi serta mengaktualisasikan Keterampilan tersebut.

Selain faktor pendukung terdapat pula adanya faktor penghambat dalam penerapan *Play Based Learning* (PBL) STEM dengan Media Robotik di Sekolah Dasar. Hasil kajian dapat ditemukan beberapa faktor yaitu kurangnya pengetahuan dan Keterampilan guru, keterbatasan sumber daya, keterbatasan waktu dalam penerapan didalam kurikulum serta tidak tersedianya instrument evaluasi dan pengukuran di sekolah (Yang & Chittoori, 2022).

Kurangnya pengetahuan dan keterampilan guru dalam menggunakan teknologi dan metode PBL STEM dengan media robotika dapat menjadi hambatan dalam implementasi. Pelatihan dan pengembangan profesional yang tepat diperlukan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengatasi gap dalam penerapan metode tersebut. Selain itu, diperlukannya satu kajian di program studi guru sekolah dasar untuk mencari cara terbaik dalam menerapkan PBL STEM dengan media robotika.

Keterbatasan sumber daya, baik finansial maupun infrastruktur, seperti keterbatasan anggaran untuk membeli peralatan atau koneksi internet yang lambat, dapat mempengaruhi akses dan penggunaan teknologi robotika di sekolah.

Jumlah waktu pembelajaran yang terbatas di dalam kurikulum yang padat dapat menjadi hambatan dalam mengimplementasikan PBL STEM dengan media robotika secara menyeluruh. Diperlukan penyesuaian yang bijaksana untuk memastikan bahwa waktu yang cukup dialokasikan untuk kegiatan PBL STEM.

Dampak Baik Penerapan

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan memberikan bukti bahwa implementasi *Play Based Learning* (PBL) STEM dapat efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 pada siswa. Melalui Implementasi PBL STEM telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir secara kritis. Melalui eksplorasi dan pemecahan masalah yang terkait dengan proyek STEM, siswa diberi kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan evaluatif yang esensial dalam keterampilan berpikir kritis (Baharin et al., 2018).

Penerapan PBL STEM mendorong siswa untuk menghadapi tantangan yang kompleks dan menemukan solusi yang inovatif. Proses ini melibatkan pemikiran kreatif, pemecahan masalah yang tidak konvensional, serta pengembangan ide dan desain yang orisinal. Melalui pendekatan PBL STEM, siswa dapat meningkatkan keterampilan kreativitas mereka (Khotimah et al., 2021).

Kerja tim dan kolaborasi dalam penerapan *Play Based Learning* (PBL) antara siswa. Hal ini dibutuhkan dalam penyelesaian proyek-proyek PBL STEM, siswa belajar untuk bekerja secara efektif dalam kelompok, berbagi pengetahuan dan ide, serta membangun pemahaman bersama. Hal ini mengembangkan keterampilan kolaborasi yang penting untuk bekerja dalam tim dan menghadapi tantangan bersama (Hanif et al., 2019).

Dampak lain dari penerapan *Play Based Learning* (PBL) STEM adalah aktivitas pelibatan siswa untuk berkomunikasi dan menyampaikan ide-ide mereka kepada

anggota tim, guru, dan audiens lainnya. Proses presentasi dan diskusi dalam proyek PBL STEM membantu siswa meningkatkan kemampuan komunikasi lisan dan tulisan mereka, serta kemampuan menyampaikan argumen dan penjelasan dengan jelas (Wardani et al., 2021)

Dampak Buruk Penerapan

Play Based Learning (PBL) STEM umumnya dianggap sebagai pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 pada siswa, ada beberapa dampak yang buruk jika *Play Based Learning* (PBL) STEM diterapkan. Implementasi PBL STEM yang tidak terstruktur dengan baik, ada kemungkinan kurangnya fokus pada materi kurikulum yang ditetapkan. Hal ini dapat menyebabkan kekurangan pengetahuan pada siswa dalam aspek-aspek tertentu dari kurikulum yang seharusnya dipelajari (Mohdjamel et al., 2019).

PBL STEM sering kali melibatkan pendekatan yang lebih terbuka dan fleksibel, yang dapat menyulitkan pengukuran hasil belajar yang jelas dan konsisten. Evaluasi dapat menjadi subjektif dan sulit untuk mengukur secara objektif keterampilan abad 21 yang diharapkan (Taylor & Boyer, 2020).

Implementasi PBL STEM juga membutuhkan waktu yang lebih lama daripada metode pembelajaran tradisional karena melibatkan eksplorasi, penemuan, dan kerja proyek. Hal ini dapat menjadi tantangan jika ada batasan waktu yang ketat dalam kurikulum atau jika siswa perlu mencapai tujuan pembelajaran dalam waktu yang terbatas (Guzey et al., 2019).

Rekomendasi Pengembangan

Penerapan *Play Based Learning* (PBL) STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar dapat direkomendasikan dengan tahapan sebagai berikut sebagai usaha dalam peningkatan Keterampilan abad 21 yaitu melakukan pelatihan dan pengembangan Guru, perlunya kebijakan integrasi kurikulum didalam aktivitas sekolah serta intervensi kebijakan dari pemerintah dalam memenuhi

fasilitas dan sumber daya pendukung. Hal ini penting dilakukan sebagai pemenuhan kebutuhan sumber daya manusia unggul dibidang sains dan teknologi dimasa depan.

Dukungan dan peran serta orang tua dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan yang tidak dapat disediakan oleh sekolah dan negara. Seperti halnya pemenuhan kebutuhan dalam mengikuti pelatihan intensif serta kebutuhan dalam memenuhi kebutuhan mengikuti event-event internasional. Peran serta orang tua juga diperlukan dalam memotivasi siswa dalam mendampingi dan bermain bersama dalam merealisasikan ide pada setiap projek robotik yang dilakukan.

Dukungan berikutnya adalah melakukan kolaborasi dengan lembaga penelitian serta perusahaan dalam menderikan STEM Education Center. Hal ini mutlak diperlukan dalam pengembangan teknologi media dan metode pembelajaran secara mandiri didalam negeri sebagai wujud keseriusan dalam melakukan akselerasi sumber daya manusia unggul mewujudkan Indonesia sebagai negara maju.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian penelitian diatas dapat diketahui bahwa masih diperlukan upaya untuk menciptakan kerangka keterampilan yang komprehensif dan inklusif untuk memasukkan keterampilan abad 21 melalui pembelajaran STEM dengan media robotik. Secara keseluruhan *Play Based Learning* STEM dengan media robotika di Sekolah Dasar dapat berkontribusi pada peningkatan keterampilan abad 21. Namun, diperlukan pendekatan yang holistik dan dukungan yang memadai untuk memastikan bahwa penerapan tersebut efektif dan berkelanjutan.

PERSEMBAHAN

.Terima kasih kepada Robot Anak Indonesia (Robotasia), Program studi Pendidikan Sekolah Dasar (PGSD) Unisnu

Jepra serta UPT Pengembangan Bahasa Unisnu Jepra dalam membantu pemenuhan data penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, W. (2022). Penggunaan Metode Sistematis Literatur Review dalam Penelitian Ilmu Sosiologi. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 7(2), Article 2.
<https://doi.org/10.18592/ptk.v7i2.5632>
- Baharin, N., Kamarudin, N., Manaf, U. K. A., & others. (2018). Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7), 810–821.
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and Research Foci of Robotics-Based STEM Education: A Systematic Review from Diverse Angles Based on the Technology-Based Learning Model. *International Journal of STEM Education*, 10.
<https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.
<https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
<https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2019). Life

- STEM: A Case Study of Life Science Learning Through Engineering Design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23–42. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9860-0>
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50–57. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1226168>
- Johnson, M. D., Margell, S. T., Goldenberg, K., Palomera, R., & Spowles, A. E. (2023). Impact of a First-Year Place-Based Learning Community on STEM Students' Academic Achievement in Their Second, Third, and Fourth Years. *Innovative Higher Education*, 48(1), 169–195. <https://doi.org/10.1007/s10755-022-09616-7>
- 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>
- Khoiri, A., Evalina, Komariah, N., Utami, R. T., Paramarta, V., Siswandi, Janudin, & Sunarsi, D. (2021). 4Cs Analysis of 21st Century Skills-Based School Areas. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 012142. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012142>
- Khotimah, R. P., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Murtiyasa, B. (2021). Science, Mathematics, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in Indonesia: A Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012028>
- Lowrie, T., & Larkin, K. (2020). Experience, Represent, Apply (ERA): A Heuristic for Digital Engagement in the Early Years. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 131–147. <https://doi.org/10.1111/bjet.12789>
- Maidin, R. (2022). PENDEKATAN PROJEK DEWEY DALAM PENDIDIKAN AWAL KANAK-KANAK: SATU KAJIAN SISTEMATIK. *International Journal of Education and Pedagogy*, 4(3), 253–266.
- Martaningsih, S. T., Maryani, I., Prasetya, D. S., Prwanti, S., Sayekti, I. C., Aziz, N. A. A., & Siwayanan, P. (2022). STEM Problem-Based Learning Module: A Solution to Overcome Elementary Students' Poor Problem-Solving Skills. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(4), 340–348. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1364829>
- McLean, K., Lake, G., Wild, M., Licandro, U., & Evangelou, M. (2023). Perspectives of Play and Play-Based Learning: What Do Adults Think Play Is? *Australasian Journal of Early Childhood*, 48(1), 5–17. <https://doi.org/10.1177/18369391221130790>
- Mohdjamel, F., Ahmad, jam nazeer, & Ali, M. (2019). The Needs Analysis in Game-Based STEM Module Development for KSSM Science Teachers. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8. <https://doi.org/10.35940/ijrte.C5655.098319>
- Pradhananga, P., ElZomor, M., & Santi Kasabdji, G. (2022). Advancing Minority STEM Students' Communication and Presentation

- Skills through Cocurricular Training Activities. *Journal of Civil Engineering Education*, 148(2). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000060](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000060)
- Sholikhati, S. (2021). *Systematical Review dan Meta-Sintesis terhadap Perkembangan Riset STEM Pendidikan Dasar Ditinjau dari Jenis Proyek Pembelajaran*.
- Suh, E., Hoffman, L., & Zollman, A. (2021). Broadening Conceptions of STEM Learning: “STEM Smart Skills” and School-Based Multilingual Family Engagement. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 25(4), 95–106. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1339250>
- Taylor, M. E., & Boyer, W. (2020). Play-Based Learning: Evidence-Based Research to Improve Children’s Learning Experiences in the Kindergarten Classroom. *Early Childhood Education Journal*, 48(2), 127–133. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00989-7>
- Wardani, D. S., Kelana, J. B., & Jojo, Z. M. M. (2021). Communication Skills Profile of Elementary Teacher Education Students in STEM-based Natural Science Online Learning. *Profesi Pendidikan Dasar*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.23917/ppd.v8i2.13848>
- Yang, D., & Chittoori, B. (2022). Investigating Title I School Student STEM Attitudes and Experience in an After-School Problem-Based Bridge Building Project. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 23(1), 17–24.
- Zviel-Girshin, R., Luria, A., & Shaham, C. (2020). Robotics as a Tool to Enhance Technological Thinking in Early Childhood. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 294–302. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09815-x>