Jurnal Pendidikan MIPA
Volume 16. Nomor 1, Februari 2026 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

Persepsi Guru Sekolah Dasar Mengenai Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM di Kurikulum Merdeka

Riski Septiadevana[1),*], Safniyeti[2)], Siti Nur Mufida[3)]

[1)]Sekolah Tinggi Pendidikan Holistik Berbasis Karakter
[2)]Universitas Bengkulu
[3)]MTs Al-Hamidiyah

*Coresponding Author: riski.s@phbk.ac.id

ABSTRAK

Implementasi pendekatan pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka menjadi strategi penting untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 peserta didik sekolah dasar. Namun, kesiapan dan persepsi guru terhadap penerapannya masih perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengalaman dan persepsi guru sekolah dasar mengenai implementasi pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka di Kota Depok. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei terhadap 50 guru sekolah dasar melalui kuesioner berskala Guttman yang disebarkan secara daring. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa presentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 78% guru telah mengenal STEM, tetapi hanya 34% yang pernah mengikuti pelatihan dan merancang pembelajaran, serta 44% yang pernah menerapkannya. Meskipun demikian, 96% guru meyakini STEM melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi dan 94% menilai pendekatan ini sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Hanya 34% yang menganggap implementasinya sulit. Namun, pengalaman mengikuti pelatihan, merancang, dan menerapkan pembelajaran STEM masih terbatas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerimaan konseptual terhadap STEM sudah baik, tetapi pengalaman implementatif masih terbatas. Kontribusi penelitian ini terletak pada pemetaan kesenjangan antara persepsi positif dan praktik implementasi STEM di tingkat sekolah dasar, yang dapat menjadi dasar pengembangan program pelatihan dan kebijakan pendampingan guru secara lebih terarah.

Kata Kunci: STEM; Kurikulum Merdeka; Sekolah Dasar

Received: 12 Feb 2026; **Revised**: 23 Feb 2026; **Accepted**: 24 Feb 2026; **Available Online**: 25 Feb 2026

This is an open access article under the CC - BY license.

PENDAHULUAN

Kurikulum berperan sebagai fondasi utama dalam penyelenggaraan pendidikan yang sistematis dan efektif karena memuat arah, tujuan, serta strategi pembelajaran di satuan pendidikan. Dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka, pendekatan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menjadi relevan sebagai strategi penguatan kompetensi abad ke-21. Kurikulum Merdeka dirancang untuk merespons tantangan pengembangan sumber daya manusia di era Society 5.0 dengan memberikan fleksibilitas bagi guru dalam merancang pembelajaran yang bermakna dan kontekstual (Saiman et al., 2025). Fokus kurikulum ini pada pengembangan kompetensi, keterampilan, serta nilai etika dan moral yang berlandaskan Pancasila dan UUD 1945 membuka ruang integrasi pembelajaran lintas disiplin seperti STEM. Berbeda dengan kurikulum sebelumnya, kurikulum Merdeka berfokus pada konten penting untuk membantu siswa memperdalam pemahaman mereka dan aplikatif (Purnomo et al., 2023), sehingga selaras dengan karakteristik pembelajaran STEM yang menuntut integrasi pengetahuan dan pemecahan masalah secara kontekstual.

Di sekolah dasar Kurikulum Merdeka menawarkan keunggulan relatif yaitu sekolah bebas mengembangkan hasil pembelajaran yang disesuaikan dengan konteks lingkungan dan siswa, serta memungkinkan para pemangku kepentingan untuk bekerja lebih kolaboratif guna mencapai standar kemampuan lulusan (Wardani et al., 2023). Selain itu, proses pembelajaran dapat disusun secara lebih terarah sesuai kebutuhan belajar siswa sekolah dasar melalui pendekatan yang bermakna. Namun, meskipun memiliki potensi besar, penerapannya masih menghadapi berbagai tantangan, baik dari sisi pemahaman konseptual

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

terhadap dasar filosofis dan yuridis pendidikan, maupun kendala teknis seperti keterbatasan infrastruktur dan kesiapan guru (Dewi et al., 2025; Syahrul & Azis, 2024).

Selain berfokus pada pembelajaran holistik, kurikulum Merdeka sangat tepat untuk menjawab kebutuhan masyarakat Indonesia dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Masyarakat saat ini tidak hanya menuntut kemampuan akademis yang tinggi tetapi juga keterampilan yang baik dalam kehidupan sosial (Rizaldi & Fatimah, 2022). Kini umat manusia telah berkembang menjadi manusia yang mampu bertahan di tengah gempuran kemajuan teknologi. Manusia juga membutuhkan keterampilan abad ke-21 untuk mengatasi tantangan dan isu kehidupan di era ini (Bayu et al., 2023). Paradigma pendidikan abad ke-21 membutuhkan pendekatan pembelajaran yang berbeda, termasuk kurikulum, pengajaran, dan penilaian yang menempatkan siswa sebagai pusat dan mendorong keterlibatan siswa.

Dalam hal ini, penerapan STEM sebagai pendekatan pembelajaran interdisipliner dinilai efektif dalam membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam serta mengaitkannya dengan konteks dunia nyata (Cong et al., 2025; Nugraha et al., 2024). Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk menghubungkan pembelajaran mereka dengan skenario dunia nyata dan mempersiapkan mereka untuk jalur dan karier STEM. Melalui pendidikan STEM. Di Indonesia, STEM telah mulai diintegrasikan dalam berbagai pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran IPA, dan dinilai selaras dengan paradigma pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (Muttaqiin, 2023). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada efektivitas STEM terhadap hasil belajar siswa, sementara kajian yang secara spesifik memetakan pengalaman dan persepsi guru sekolah dasar dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka masih terbatas. Padahal, kesiapan dan pemahaman guru merupakan faktor kunci dalam keberhasilan penerapan pendekatan interdisipliner seperti STEM. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengkaji secara empiris bagaimana guru memaknai dan mengimplementasikan STEM pada tingkat sekolah dasar.

Tingkat sekolah dasar memiliki peran yang cukup besar dalam pembangunan masyarakat, siswa dituntut untuk memperoleh keterampilan yang sesuai untuk abad ke-21 dan akan menghadapi masalah yang lebih sulit di masa depan (Zainil et al., 2023). Berdasarkan berbagai hasil penelitian pembelajaran STEM di sekolah dasar terbukti dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan hidup yang penting untuk masa kini seperti berpikir kritis, berkomunikasi, kreatifitas, kemampuan menganalisis, serta bekerja sama (Patras et al., 2024). Pada pelaksanaannya pendekatan STEM dapat dipadukan dengan model-model pembelajaran lain seperti model pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, dan model inkuiri, dan model pembelajaran lainnya. Pendekatan STEM dengan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) di sekolah dasar menunjukkan kemampuannya dalam mengubah cara belajar menjadi lebih modern, siswa mengggunakan pengetahuan yang mereka pelajari dalam proyek nyata, sehingga mereka lebih mudah memahami materi dan lebih termotivasi untuk belajar (Suranti & Wahyuningsih, 2024).

Penerapan pendidikan STEM banyak dilakukan di tingkat sekolah menengah atas dan universitas, namun hal ini tidak berarti bahwa pendidikan STEM tidak dapat diajarkan di sekolah dasar. Pendidikan STEM dapat dipelajari di tingkat sekolah dasar, tetapi tidak sesulit di tingkat sekolah menengah atas atau universitas (Kartimi et al., 2021). Sekolah dasar merupakan periode penting untuk membangkitkan minat siswa di bidang STEM (Holincheck & Galanti, 2023). Menurut temuan penelitian, meskipun guru sangat percaya akan pentingnya penerapan pendidikan STEM, guru sekolah dasar masih kurang percaya diri dalam mengajarkannya karena kurangnya pengetahuan yang memadai di bidang ini (Mai et al., 2023).

Mengingat pentingnya penerapan pendidikan STEM dalam memfasilitasi keterampilan siswa untuk menghadapi tantangan di abad ke-21, khususnya di tingkat sekolah dasar, maka sangat penting untuk memahami keyakinan dan persepsi guru tentang pendidikan STEM dalam konteks kurikulum Merdeka. Penelitian ini bertujuan menganalisis persepsi guru sekolah dasar terhadap implementasi pendidikan STEM dalam Kurikulum Merdeka, khususnya berdasarkan pengalaman dan pandangan mereka dalam pelaksanaan pembelajaran STEM di tingkat sekolah dasar. Kontribusi penelitian ini terletak pada pemetaan empiris terhadap hubungan antara tingkat pemahaman, pengalaman implementasi, dan persepsi guru sekolah dasar terhadap STEM dalam kerangka Kurikulum Merdeka, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai kesiapan implementatif di tingkat sekolah dasar yang masih terbatas dibahas dalam penelitian sebelumnya.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui metode survei untuk mengkaji persepsi guru sekolah dasar terhadap implementasi pembelajaran berbasis STEM dalam Kurikulum Merdeka di Kota Depok. Metode survei dilaksanakan melalui penyebaran kuesioner kepada responden untuk memperoleh data mengenai identitas, pandangan, sikap, serta kecenderungan perilaku mereka dalam menerapkan pendekatan STEM pada pembelajaran (Creswell & Creswell, 2018).

Sampel penelitian terdiri dari 50 guru sekolah sekolah dasar yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2021). Kriteria yang ditetapkan adalah guru yang aktif mengajar di sekolah dasar dan terlibat dalam implementasi Kurikulum Merdeka di wilayah Kota Depok, sehingga relevan dengan konteks penelitian. Prosedur penelitian mencakup tahap penyusunan dan validasi instrumen, penyebaran angket kepada responden yang telah ditentukan, serta proses pengumpulan dan analisis data. Instrumen angket terlebih dahulu melalui uji validitas oleh para ahli guna memastikan ketepatan dan kesesuaian isinya dengan tujuan penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan berupa kuesioner dengan skala Guttman, yang dirancang untuk memperoleh informasi spesifik mengenai sikap maupun fakta melalui pilihan jawaban "Ya" atau "Tidak" (Sugiyono, 2021). Kuesioner tersebut disebarkan kepada guru secara daring melalui Google Form. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan kecenderungan respons responden.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa frekuensi dan persentase untuk setiap butir pernyataan. Persentase hasil kemudian diinterpretasikan dengan kategori tingkat kecenderungan mengacu pada Arikunto (2013), yaitu 0–20% (sangat rendah), 21–40% (rendah), 41–60% (cukup), 61–80% (tinggi), dan 81–100% (sangat tinggi). Kategori tersebut digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur mengenai tingkat pengalaman dan persepsi guru terhadap implementasi pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh gambaran mengenai pengalaman dan persepsi guru sekolah dasar terhadap implementasi pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka, penelitian ini menyajikan data hasil survei yang dianalisis secara deskriptif. Data tersebut mencerminkan tingkat paparan guru terhadap informasi berkaitan pembelajaran STEM, keterlibatan guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran, serta pandangan guru mengenai tantangan dan relevansi penerapannya di sekolah dasar. Hasil tersebut selanjutnya disajikan pada Tabel 1 berikut untuk memberikan pemahaman yang lebih sistematis sebelum dilakukan pembahasan lebih lanjut.

Tabel 1. Pengalaman dan persepsi guru tentang pembelajaran STEM di sekolah dasar

Indikator	Ya		Tidak	
	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase
Pengalaman Guru di Pembelajaran STEM				
Pernah menerima informasi tentang pembelajaran STEM	39	78%	11	22%
Pernah mengikuti seminar/pelatihan pembelajaran STEM	17	34%	33	66%
Pernah merancang kegiatan pembelajaran STEM	17	34%	33	66%
Pernah menerapkan kegiatan pembelajaran STEM	22	44%	28	56%
Persepsi Guru terhadap Pembelajaran STEM				
Pembelajaran STEM sulit diterapkan di sekolah dasar	17	34%	33	66%
Pembelajaran STEM dapat melatih HOTS siswa	48	96%	2	4%
Pembelajaran STEM cocok diterapkan di Kurikulum Merdeka	47	94%	3	6%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada aspek pengalaman guru dalam pembelajaran STEM, sebanyak 78% guru menyatakan pernah menerima informasi tentang STEM. Persentase ini berada pada kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa secara umum guru telah mengenal konsep STEM. Namun, pengalaman yang lebih mendalam masih terbatas. Hanya 34% guru yang pernah mengikuti seminar atau pelatihan STEM, dan persentase yang sama (34%) pernah merancang kegiatan pembelajaran STEM. Kedua angka tersebut berada pada kategori rendah, yang menunjukkan bahwa keterlibatan profesional guru dalam pengembangan STEM masih

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

minim. Sementara itu, 44% guru menyatakan pernah menerapkan pembelajaran STEM di kelas, yang termasuk kategori cukup, mengindikasikan bahwa praktik implementasi mulai dilakukan, tetapi belum merata.

Pada aspek persepsi Pada aspek persepsi guru terhadap pembelajaran STEM, 34% guru menyatakan STEM sulit diterapkan di sekolah dasar, yang termasuk kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar guru tidak menganggap STEM sebagai pendekatan yang terlalu sulit. Sebaliknya, 96% guru menyatakan STEM dapat melatih HOTS siswa, yang berada pada kategori sangat tinggi, dan 94% menyatakan STEM cocok diterapkan dalam Kurikulum Merdeka, juga dalam kategori sangat tinggi.

Temuan ini menegaskan bahwa tantangan utama implementasi STEM di sekolah dasar bukan terletak pada penerimaan konsepnya, melainkan pada kesiapan praktis guru dan dukungan sistem pendidikan.Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi STEM sangat dipengaruhi oleh kompetensi pedagogis guru, pengalaman pelatihan, serta ketersediaan sumber daya pendukung (Cong et al., 2025; Nugraha et al., 2024). Studi-studi tersebut menekankan bahwa persepsi positif terhadap STEM tidak secara otomatis berbanding lurus dengan kualitas implementasinya di kelas. Oleh karena itu, diperlukan strategi penguatan kapasitas guru melalui pelatihan berbasis praktik, penyediaan perangkat ajar yang kontekstual, serta pendampingan berkelanjutan di tingkat sekolah. Dengan dukungan yang sistematis, potensi STEM sebagai pendekatan yang selaras dengan Kurikulum Merdeka dapat diimplementasikan secara lebih efektif dan berkelanjutan dalam praktik pembelajaran.

Pandangan guru tentang pembelajaran STEM memainkan peran penting dalam keberhasilan implementasi pendidikan STEM, bahkan calon guru sebelumnya memiliki prasangka dan ketakutan tentang STEM (Anđić et al., 2023; Pekbay, 2023). Ini merupakan tantangan bagi pemerintah Indonesia untuk menemukan solusi atas masalah ini, sehingga guru mendapatkan pengetahuan dan pelatihan yang memadai tentang pendidikan STEM. Guru sekolah dasar di Indonesia sudah familiar dengan pendekatan STEM, tetapi masih jarang guru mengimplementasikan STEM dalam pembelajaran. Hal ini kontras dengan pendapat guru yang menyatakan bahwa mereka sudah familiar dan sebagian besar dari mereka tidak memiliki hambatan dalam mengimplementasikan STEM. Faktor-faktor yang menyebabkan hal ini terjadi antara lain kurangnya kepercayaan diri guru dalam menerapkan pembelajaran, dan kurangnya dukungan dari pemerintah atau kepala sekolah dan kurangnya ketersediaan fasilitas yang mendukung pembelajaran berbasis STEM dalam pendidikan anak usia dini (Amran et al., 2021). Hal ini sejalan dengan rendahnya keberhasilan penerapan Kurikulum Merdeka di sekolah yang juga disebabkan oleh adanya keterbatasan sarana dan prasarana serta kemampuan guru dalam menggunakan teknologi yang masih rendah (Dewi et al., 2025).

Selain itu, tuntutan pada era ini adalah menghendaki siswa mampu beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya dengan kreativitas yang sangat tinggi (Septiani & Pancasakti, 2021). Oleh karena itu, perlu meningkatkan kualitas pemahaman guru melalui pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi, salah satunya adalah STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika). Pembelajaran berbasis STEM mendukung pembelajaran abad ke-21 yang mencakup keterampilan dalam mengasah kreativitas, berpikir kritis, komunikasi, kerja sama, di mana hasil pembelajaran ini akan berfokus pada kemampuan yang dapat beradaptasi dengan perkembangan saat ini (Indarini & Rusnilawati, 2022). Dalam pendidikan sains, STEM dapat diintegrasikan di berbagai model pengajaran, tingkat pendidikan, dan bahkan sebagai variabel dalam penelitian. Penerapannya dalam pembelajaran sains telah menunjukkan hasil yang positif.

Berdasarkan hasil penelitian, guru yang pernah menerapkan pembelajaran STEM di kelas belum mencapai 50%. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal, mengingat berbagai manfaat yang dapat diperoleh, termasuk peran STEM dalam mengarahkan pembelajaran sains yang terintegrasi dengan teknologi (Singgih et al., 2020; Wicaksono, 2020), peningkatan motivasi karena telah menerima pelatihan STEM (Dökme et al., 2022), peningkatan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan hasil belajar siswa, dan menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan meningkatkan berbagai kompetensi siswa (Patras et al., 2024). Kreativitas merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi implementasi STEM di kelas, baik kreativitas guru maupun kreativitas siswa. Guru memiliki peran penting dalam mengimplementasikan pengajaran STEM secara efektif dan kreatif di kelas. Selain itu, transisi dari pendekatan pengajaran tradisional ke pengajaran kreatif dalam mata pelajaran STEM bukanlah proses yang mudah, karena pendidik sudah terbiasa dengan praktik pengajaran sebelumnya. Kreativitas dapat dilatih dengan dipupuk melalui kegiatan pendidikan dan stimulasi kreatif, menjaga kebaruan dan rasa ingin tahu siswa tentang hal-hal baru dan mengembangkan

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

sikap belajar yang positif dalam menemukan dan memecahkan masalah dapat diterima untuk secara aktif mendorong pengembangan kreativitas (Chen & Chen, 2021) serta dapat dipenuhi melalui pengembangan profesional (Oztay et al., 2022).

Berdasarkan berbagai temuan penelitian terdahulu, salah satu faktor yang dapat memengaruhi implementasi pendidikan STEM di sekolah adalah ketersediaan modul yang terbatas terkait pembelajaran STEM. Bahkan pengetahuan dan minat siswa serta karier di bidang STEM meningkat setelah belajar menggunakan modul (Amalu et al., 2023; Syeda & Zahid, 2024). Modul tersebut dapat digunakan dalam berbagai kondisi yang dapat membuat siswa terlibat dalam kompleksitas kognitif (Culver et al., 2022). Jadi, penggunaan modul dalam pembelajaran STEM dapat membantu guru dan siswa mencapai tujuan pembelajaran.

Pembelajaran STEM dapat dikombinasikan dengan berbagai pendekatan pembelajaran yang bercirikan berpusat pada siswa atau siswa aktif. Demikian pula, kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas kepada guru untuk merancang pelajaran yang bertujuan mengembangkan keterampilan abad ke-21. Hasil survei menunjukkan bahwa 94% guru menilai STEM sesuai diterapkan dalam Kurikulum Merdeka dan 96% meyakini pendekatan ini mampu melatih berpikir tingkat tinggi siswa, yang mengindikasikan adanya penerimaan konseptual yang sangat tinggi terhadap integrasi STEM dengan model pembelajaran aktif. Salah satu pendekatan yang mendukung implementasi tersebut adalah pembelajaran berbasis proyek, yang mendorong pergeseran praktik mengajar dari berpusat pada guru menuju berpusat pada siswa. Namun demikian, rendahnya pengalaman pelatihan (34%) dan perancangan pembelajaran STEM (34%) menunjukkan bahwa transformasi pedagogis tersebut belum sepenuhnya diiringi kesiapan praktis guru. Dengan demikian, temuan utama penelitian ini menegaskan bahwa meskipun STEM diterima secara positif dan dipandang selaras dengan Kurikulum Merdeka, optimalisasi implementasinya masih memerlukan penguatan kapasitas profesional dan dukungan sistematis agar perubahan menuju pembelajaran yang benar-benar berpusat pada siswa dapat terwujud secara konsisten (Muttaqiin, 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa guru sekolah dasar memiliki persepsi yang sangat positif terhadap pembelajaran STEM, terutama dalam kaitannya dengan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan kesesuaiannya dengan Kurikulum Merdeka. Namun, pengalaman implementatif guru masih tergolong terbatas, khususnya dalam aspek pelatihan, perancangan, dan penerapan pembelajaran STEM di kelas. Meskipun hanya sebagian guru yang menyatakan mengalami kesulitan, temuan ini tetap menunjukkan perlunya penguatan kapasitas profesional dan dukungan sistem agar implementasi STEM dapat berjalan lebih optimal. Dengan demikian, keberhasilan penerapan STEM di sekolah dasar tidak hanya bergantung pada penerimaan konsepnya, tetapi juga pada kesiapan guru dan dukungan struktural yang memadai. Secara implikatif, penelitian ini memberikan dasar empiris bagi pengembangan program pelatihan berbasis praktik, penyusunan modul STEM yang kontekstual, serta perumusan kebijakan pendampingan guru yang lebih terarah dalam mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di tingkat sekolah dasar.

Daftar Pustaka

Amalu, E. H., Short, M., Chong, P. L., Hughes, D. J., Adebayo, D. S., Tchuenbou-Magaia, F., Lähde, P., Kukka, M., Polyzou, O., Oikonomou, T. I., Karytsas, C., Gebremedhin, A., Ossian, C., & Ekere, N. N. (2023). Critical skills needs and challenges for STEM/STEAM graduates increased employability and entrepreneurship in the solar energy sector. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 187). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113776

Amran, M. S., Bakar, K. A., Surat, S., Mahmud, S. N. D., & Shafie, A. A. B. M. (2021). Assessing Preschool Teachers' Challenges and Needs for Creativity in STEM Education. *Asian Journal of University Education*, *17*(3), 99–108. https://doi.org/10.24191/ajue.v17i3.14517

Anđić, B., Ulbrich, E., Dana-Picard, T. (Noah), Cvjetićanin, S., Petrović, F., Lavicza, Z., & Maričić, M. (2023). A Phenomenography Study of STEM Teachers' Conceptions of Using Three-Dimensional Modeling and Printing (3DMP) in Teaching. *Journal of Science Education and Technology*, *32*(1), 45–60. https://doi.org/10.1007/s10956-022-10005-0

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.

Bayu, G. W., Padmadewi, N. N., Sudiana, I. N., & Putrayasa, I. B. (2023). 21st-century skill-based literacy learning guide for elementary schools. *Multidisciplinary Science Journal*, *5*. https://doi.org/10.31893/multiscience.2023068

Chen, K., & Chen, C. (2021). Effects of STEM Inquiry Method on Learning Attitude and Creativity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *17*(11), 1–6. https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11254

Cong, N. N., Thuy, H. P. T., Kim, O. T. T., & Viet, P. N. (2025). Interdisciplinary Teaching in STEM Education: A Systematic Synthesis of Teachers' Competencies at Lower and Upper Secondary Levels. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *24*(11), 808–825. https://doi.org/10.26803/ijlter.24.11.38

Creswell, J. W., & Creswell, D. J. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Approach*. Sage Publishing.

Culver, K. C., Bowman, N. A., Youngerman, E., Jang, N., & Just, C. L. (2022). Promoting equitable achievement in STEM: lab report writing and online peer review. *Journal of Experimental Education*, *90*(1), 23–45. https://doi.org/10.1080/00220973.2020.1799315

Dewi, L. A. N., Rahmawati, M., & Setiawati, C. R. (2025). Kompetensi Pedagogik Guru Sekolah Dasar Dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Keguruan*, *10*(1), 65–78. https://doi.org/10.47435/jpdk.v10i1.3379

Dökme, İ., Açıksöz, A., & Koyunlu Ünlü, Z. (2022). Investigation of STEM fields motivation among female students in science education colleges. *International Journal of STEM Education*, *9*(1). https://doi.org/10.1186/s40594-022-00326-2

Holincheck, N. M., & Galanti, T. M. (2023). Applying a model of integrated STEM teacher identity to understand change in elementary teachers' STEM self-efficacy and career awareness. *School Science and Mathematics*. https://doi.org/10.1111/ssm.12610

Indarini, A. D., & Rusnilawati, R. (2022). Media Terivestor Karakter Animasi untuk Mengoptimalkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, *6*(6), 5463–5475. https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3035

Kartimi, Shidiq, A. S., & Nasrudin, D. (2021). The elementary teacher readiness toward stem-based contextual learning in 21st century era. *Elementary Education Online*, *20*(1), 145–156. https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.019

Mai, T. H. A., Phan, T. T. H., Phan, D. D., & Nguyen, T. T. T. (2023). Awareness and Confidence of Vietnamese Primary School Teachers towards STEM-Integrated Teaching Approach. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *22*(11), 170–187. https://doi.org/10.26803/ijlter.22.11.10

Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, *13*(1), 34–45. https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819

Nugraha, M. G., Kidman, G., & Tan, H. (2024). Interdisciplinary STEM education foundational concepts: Implementation for knowledge creation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *20*(10). https://doi.org/10.29333/ejmste/15471

Oztay, E. S., Gunbatar, S. A., & Kiran, B. E. (2022). Assessing chemistry teachers' needs and expectations from integrated STEM education professional developments. *Journal of Pedagogical Research*, *6*(2), 29–43. https://doi.org/10.33902/JPR.202213478

Patras, E. Y., Yolanita, C., Akmal Wildan, D., & Fajrudin, L. (2024). Pembelajaran Berbasis STEM di Sekolah Dasar Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *12*(2), 854–867.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125

Pekbay, C. (2023). A sample STEM activity based on the engineering design process: A study on prospective preschool teachers' views. *Participatory Educational Research*, *10*(1), 86–105. https://doi.org/10.17275/per.23.5.10.1

Purnomo, A. R., Yulianto, B., Mahdiannur, M. A., & Subekti, H. (2023). Embedding Sustainable Development Goals to Support Curriculum Merdeka Using Projects in Biotechnology. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *22*(1), 406–433. https://doi.org/10.26803/ijlter.22.1.23

Rizaldi, D. R., & Fatimah, Z. (2022). Merdeka Curriculum: Characteristics and Potential in Education Recovery after the COVID-19 Pandemic conditions of the Creative Commons Attribution license (CC BY-NC-ND) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). In *International Journal of Curriculum and Instruction* (Vol. 15, Number 1). https://orcid.org/0000-0000-0000-0000

Saiman, R., Rusdianto, & Kasman, R. (2025). Ketercapaian Kurikulum Merdeka dan Kesiapan Guru di Daerah Terdepan, Terluar, dan Tertinggal (3-T). *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, *10*(1), 137–152. https://doi.org/10.24832/jpnk.v10i1.5595

Septiani, I., & Pancasakti, U. (2021). Implementasi Metode STEAM Terhadap Kemandirian Anak Usia 5-6 Tahun di Paud Alpha Omega School. *Jurnal Jendela Pendidikan*, *01*.

Singgih, S., Dewantari, N., & Suryandari. (2020). STEM Dalam Pembelajaran IPA Di Era Revolusi Industri 4. 0. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, *3*(1), 299–304.

Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R & D dan Penelitian Pendidikan)*. Alfabeta.

Suranti, N. M. Y., & Wahyuningsih, B. Y. (2024). Project Based Learning Dengan Pendekatan STEM Pada Pendidikan Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Elementary and Childhood Education*, *5*(3), 98–104.

Syahrul, F. S., & Azis, H. (2024). Persepsi Guru SD Di Indonesia Tentang Penerapan Kurikulum Merdeka. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar Ke-1*, 128–137.

Syeda, A., & Zahid, G. (2024). Effectiveness of Middle School STEM Career Education for STEM Knowledge, Efficacy, and Interest. *European Journal of STEM Education*, *9*(1). https://doi.org/10.20897/ejsteme/14851

Wardani, H. K., Sujarwo, Rakhmawati, Y., & Cahyandaru, P. (2023). Analysis of the Impact of the Merdeka Curriculum Policy on Stakeholders at Primary School. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, *11*(2), 513–530. https://doi.org/10.26811/peuradeun.v11i2.801

Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan Pembelajaran IPA Berbasis Pendekatan STEM Dalam Menyongsong Era Revolusi Industri4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, *10*(1), 54–62. https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.98

Zainil, M., Kenedi, A. K., Rahmatina, Indrawati, T., & Handrianto, C. (2023). The influence of a STEM-based digital classroom learning model and high-order thinking skills on the 21st-century skills of elementary school students in Indonesia. *Journal of Education and E-Learning Research*, *10*(1), 29–35. https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i1.4336