

ANALISIS IMPLEMENTASI PENDEKATAN STEM DALAM PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR: STUDI KONTEKSTUAL DI KOTA SAMARINDA

Yana Supriyatna¹, Erna Suhartini², Ince Raudhiah Zahra³,
Muhammad Nur Mannan⁴, Rosita Putri Rahmi Khaerani⁵

^{1,2,3,4,5}PGSD, FKIP, Universitas Mulawarman

¹yanasp@fkip.unmul.ac.id, ²erna.suhartini@fkip.unmul.ac.id,

³raudhiahzahra@fkip.unmul.ac.id, ⁴mnurmannan@fkip.unmul.ac.id,

⁵rosita.putri.rahmi@fkip.unmul.ac.id

ABSTRACT

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) holds strong potential to promote 21st-century skills in elementary education, yet its implementation faces ongoing challenges. This study examines teachers' understanding, instructional strategies, obstacles, institutional support, and the impact of STEM-based science learning in Samarinda, Indonesia. Using a descriptive qualitative-quantitative approach, data were collected from 18 teachers through questionnaires, interviews, reflections, and document analysis. Findings show that while teachers demonstrate basic understanding of STEM, especially in science and technology (mean score: 3.90), the integration of engineering and mathematics remains limited (3.60). Key barriers include limited training, insufficient time, and inadequate resources (3.23), with school support remaining general (3.00). Despite this, teachers actively seek resources and engage in informal collaboration. STEM practices reportedly increase student engagement, creativity, and critical thinking (4.10). The study highlights the need for practical training, contextual learning tools, teacher collaboration, and sustained policy support to strengthen STEM education at the elementary level.

Keywords: STEM, science learning, elementary school teachers, 21st-century skills, merdeka curriculum

ABSTRAK

Implementasi pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar memiliki potensi besar dalam menumbuhkan keterampilan abad ke-21, namun masih menghadapi berbagai tantangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman dan kompetensi guru, strategi implementasi, hambatan pelaksanaan, bentuk dukungan, serta dampak pembelajaran STEM terhadap siswa di sekolah dasar Kota Samarinda. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif–kuantitatif dengan triangulasi data melalui kuisioner, wawancara, refleksi guru, dan studi dokumen, melibatkan 18 guru sebagai partisipan. Hasil menunjukkan bahwa guru memiliki pemahaman awal yang baik terhadap unsur sains dan teknologi (skor rata-rata 3,90), namun integrasi aspek rekayasa dan matematika masih terbatas (implementasi 3,60). Hambatan utama mencakup keterbatasan pelatihan, waktu,

dan fasilitas pendukung (3,23), sementara dukungan dari sekolah masih bersifat umum (3,00). Meski demikian, guru menunjukkan inisiatif melalui pencarian referensi mandiri dan kolaborasi informal. Pembelajaran STEM mendorong peningkatan antusiasme, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis siswa (dampak 4,10). Hasil ini mengindikasikan perlunya pelatihan berbasis praktik, penyediaan perangkat ajar yang kontekstual, penguatan komunitas guru, serta dukungan kebijakan berkelanjutan untuk mendukung implementasi STEM yang efektif dan merata di tingkat sekolah dasar.

Kata kunci: STEM, pembelajaran IPA, guru sekolah dasar, keterampilan abad 21, kurikulum merdeka

A. Pendahuluan

Pendidikan pada abad ke-21 menuntut pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Salah satu pendekatan yang dirancang untuk menjawab tantangan ini adalah *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM menekankan integrasi lintas disiplin berbasis masalah nyata, yang mampu mendorong siswa untuk belajar secara aktif, kontekstual, dan bermakna (Kelley & Knowles, 2016).

Pada tingkat sekolah dasar, pendekatan STEM memiliki potensi besar dalam menumbuhkan literasi saintifik dan keterampilan abad-21 sejak dini. Penelitian oleh Margot dan Kettler (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM yang dirancang

secara integratif dapat meningkatkan motivasi belajar serta pemahaman konseptual siswa secara lebih mendalam. Namun demikian, implementasi STEM di Indonesia masih menghadapi tantangan. Guru masih kesulitan memahami dan mengintegrasikan keempat elemen STEM secara utuh, terutama dalam membedakan antara pembelajaran STEM dan tematik biasa (Susanti, Prasetyo, & Retnawati, 2020)

Meskipun Kurikulum Merdeka telah memberikan ruang untuk pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual yang sejalan dengan prinsip STEM (Kemdikbudristek, 2022), belum semua guru mampu memanfaatkannya secara optimal. Fleksibilitas kurikulum tidak selalu diikuti dengan kesiapan pedagogis dan ketersediaan sumber daya. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara peluang kebijakan dan

kapasitas implementasi di tingkat satuan pendidikan dasar.

Di Kota Samarinda, Kalimantan Timur, implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar belum banyak dikaji secara mendalam. Kondisi geografis, ketersediaan fasilitas, dan keberagaman latar belakang guru menciptakan dinamika tersendiri dalam penerapan pembelajaran berbasis STEM. Berdasarkan observasi awal dan studi dokumen, ditemukan bahwa sebagian besar guru masih mengaitkan STEM dengan praktik IPA konvensional, dan belum sepenuhnya memahami integrasi rekayasa dan matematika. Upaya pembelajaran berbasis proyek memang mulai muncul, tetapi masih dilakukan secara intuitif dan belum didukung pelatihan terstruktur maupun panduan kontekstual yang sistematis.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar Kota Samarinda. Fokus kajian meliputi pemahaman dan kompetensi guru terhadap pendekatan STEM, strategi implementasi dalam pembelajaran, hambatan yang dihadapi, serta bentuk

dukungan yang tersedia untuk mendukung keberhasilan pembelajaran STEM yang berkelanjutan dan kontekstual.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan strategi multiple data sources, yaitu menggabungkan data dari kuisioner, wawancara, refleksi tertulis, dan studi dokumen. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif dan mendalam mengenai bagaimana guru sekolah dasar mengimplementasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA, termasuk pemahaman, praktik, hambatan, dukungan, dan dampaknya terhadap proses belajar siswa.

Subjek penelitian ini terdiri dari 18 guru sekolah dasar dari berbagai kecamatan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Pemilihan subjek dilakukan dengan teknik purposive sampling, dengan mempertimbangkan keterwakilan geografis serta kesediaan guru untuk terlibat aktif dalam penelitian. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui empat sumber utama yang saling melengkapi untuk memperoleh

gambaran yang komprehensif mengenai implementasi pendekatan STEM di sekolah dasar.

Pertama, instrumen kuisioner digunakan untuk menjangkau persepsi guru terhadap lima aspek kunci, yaitu tingkat pemahaman terhadap konsep STEM, praktik pembelajaran yang dilakukan, hambatan yang dihadapi, bentuk dukungan yang diterima, serta dampak yang dirasakan terhadap pembelajaran siswa. Kedua, dilakukan wawancara mendalam dengan sejumlah guru guna menggali lebih jauh pemahaman konseptual, pengalaman praktis, serta tantangan nyata yang mereka hadapi dalam menerapkan pendekatan STEM di kelas. Wawancara ini memberikan ruang untuk menangkap dinamika yang tidak dapat dijangkau oleh instrumen kuantitatif. Selanjutnya, guru diminta menyusun refleksi tertulis sebagai bentuk evaluasi diri terhadap proses implementasi yang telah mereka jalankan. Refleksi ini memberikan informasi penting mengenai bagaimana guru memaknai pendekatan STEM, serta sejauh mana mereka dapat mengadaptasikan pembelajaran berbasis proyek, teknologi, dan kontekstual dalam kondisi nyata sekolah. Dan terakhir

dilakukan studi terhadap dokumen pembelajaran, seperti Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), modul ajar, dan perangkat pendukung lainnya. Analisis dokumen ini bertujuan untuk menilai sejauh mana prinsip-prinsip STEM telah terintegrasi secara eksplisit maupun implisit dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran IPA.

Sebelum proses pengumpulan data dilakukan, seluruh partisipan menandatangani surat pernyataan kesediaan sebagai bentuk informed consent, untuk memastikan bahwa partisipasi mereka berlangsung secara sukarela dan etis.

Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman, yang mencakup tiga langkah utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi (Miles et al., 2014):

Reduksi data dilakukan dengan menyaring informasi penting dari hasil kuisioner, wawancara, refleksi, dan dokumen pembelajaran.

Penyajian data disusun dalam bentuk naratif dan matriks tematik, untuk membantu peneliti melihat hubungan dan pola antar data.

Penarikan kesimpulan dan verifikasi dilakukan melalui proses

induktif, diikuti dengan validasi menggunakan triangulasi sumber dan member checking kepada informan.

Selain itu, diterapkan juga analisis tematik untuk mengidentifikasi kategori dan pola bermakna dalam data kualitatif, sebagaimana disarankan oleh Nowell et al. (2017). Sementara itu, data dari kuisisioner ditabulasi secara sederhana dan dirata-ratakan untuk memberikan gambaran umum mengenai kecenderungan persepsi guru terhadap implementasi pendekatan STEM.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis awal pada penelitian ini difokuskan pada lima indikator utama untuk memahami sejauh mana pendekatan STEM telah diimplementasikan secara menyeluruh dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. Kelima aspek tersebut mencakup: (1) pemahaman dan kompetensi guru terhadap pendekatan STEM, (2) strategi implementasi yang digunakan, (3) hambatan dalam pelaksanaan pembelajaran, (4) bentuk dukungan yang tersedia, serta (5) dampak terhadap keterlibatan dan kemampuan siswa.

Penilaian terhadap masing-masing aspek diperoleh melalui triangulasi data, yaitu kombinasi antara hasil kuisisioner, wawancara mendalam, studi dokumen pembelajaran, dan refleksi guru. Skor diberikan dalam skala 0-5, dengan nilai 5 merepresentasikan tingkat implementasi yang sangat tinggi. Rangkuman hasil penilaian ditampilkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rata-rata Skor Implementasi Pendekatan STEM Berdasarkan Lima Aspek Utama

Aspek Implementasi	Skor Rata-rata	Keterangan Singkat
Pemahaman dan Kompetensi Guru	3.90	Dominan pada unsur sains dan teknologi; integrasi rekayasa dan matematika belum kuat
Strategi Implementasi	3.60	Umumnya berupa eksperimen tematik; belum menggunakan pendekatan desain rekayasa
Hambatan dalam Pelaksanaan	4.50	Minim pelatihan, keterbatasan waktu, fasilitas, serta beban kerja guru yang tinggi
Bentuk Dukungan yang Tersedia	3.00	Dukungan sekolah ada, namun belum sistematis atau kontekstual
Dampak terhadap Siswa	4.10	Siswa lebih aktif, kreatif, dan menunjukkan ketertarikan terhadap sains

Tabel di atas menunjukkan bahwa hambatan implementasi menjadi aspek yang paling menonjol, sementara bentuk dukungan dari sekolah atau institusi mencatatkan skor terendah. Analisis mendalam terhadap masing-masing aspek disajikan dalam subbagian berikut.

Pemahaman dan Kompetensi Guru dalam Pembelajaran

Hasil kuisioner menunjukkan skor rata-rata 3,90, mencerminkan adanya antusiasme dan kesadaran awal dari para guru terhadap pentingnya pembelajaran berbasis STEM. Sebagian besar guru menunjukkan pemahaman cukup baik terhadap aspek sains dan teknologi, namun masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan keempat elemen STEM secara menyeluruh dalam praktik pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan studi Roehrig et al. (2012), yang menunjukkan bahwa banyak guru masih menginterpretasikan STEM secara terpisah berdasarkan struktur mata pelajaran tradisional. Analisis dokumen pembelajaran menunjukkan bahwa unsur teknologi cukup dominan, seperti penggunaan alat peraga dan media digital. Namun,

unsur rekayasa dan matematika masih kurang muncul secara eksplisit. Refleksi guru mengindikasikan bahwa pendekatan STEM kerap dipahami sebatas praktik IPA biasa. Seorang guru menyampaikan:

“Kalau praktik IPA itu saya sering. Tapi kalau ditanya mana bagian matematikanya, atau bagaimana rekayasanya, saya jadi bingung. Padahal saya sudah niat buat STEM, tapi ya ternyata belum nyambung semua.”

Pernyataan ini mencerminkan bahwa pemahaman guru cenderung fragmentaris dan belum mengacu pada integrasi lintas disiplin sebagaimana ditekankan dalam kerangka konseptual STEM (Kelley & Knowles, 2016). Kurangnya pelatihan yang bersifat praktis serta belum tersedianya panduan pembelajaran STEM yang kontekstual menjadi hambatan utama dalam meningkatkan kompetensi guru.

Hal ini menunjukkan perlunya dukungan sistematis dalam bentuk pelatihan berbasis praktik serta penyediaan model pembelajaran yang adaptif untuk jenjang sekolah dasar, sebagaimana juga direkomendasikan

oleh English (2017), Margot dan Kettler (2019).

Implementasi Pendekatan STEM dalam Pembelajaran

Pelaksanaan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar menunjukkan arah yang positif, meskipun implementasinya masih berada pada tahap awal dan belum sepenuhnya merata. Skor rata-rata 3,91 pada aspek implementasi menunjukkan bahwa guru mulai mengadopsi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA, meskipun penerapannya belum sepenuhnya terpadu. Integrasi antara sains dan teknologi tampak cukup menonjol melalui kegiatan seperti eksperimen energi, proyek hidroponik, dan pemanfaatan media digital. Namun, unsur rekayasa dan matematika masih jarang dirancang secara eksplisit dalam alur pembelajaran.

Sebagian besar proyek belum mengikuti tahapan engineering design process (EDP) secara utuh, seperti identifikasi masalah, perancangan, pengujian, dan evaluasi. Seorang guru mengungkapkan:

“Saya sebenarnya sudah sering dengar istilah STEM, tapi belum pernah ikut pelatihan resminya. Jadi

kadang bingung, ini sebenarnya beda apa sama pembelajaran tematik biasa?”

Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap struktur logika STEM masih terbatas. Temuan ini sejalan dengan Chiriacescu et al. (2023) yang menyebutkan bahwa persepsi positif guru belum cukup tanpa diiringi pemahaman konseptual dan pelatihan yang memadai. Selain itu, Rahmawati, Juandi, dan Nurlaelah (2022) menekankan pentingnya pendekatan PjBL-STEM untuk meningkatkan fleksibilitas berpikir dan keterlibatan siswa.

Analisis dokumen pembelajaran memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi telah cukup luas melalui media digital dan interaktif, namun proses rekayasa dan pemikiran matematis belum muncul sebagai bagian terencana dalam skenario pembelajaran. Padahal pendekatan STEM yang utuh perlu menghadirkan pengalaman belajar yang menggabungkan penyelidikan ilmiah, desain teknologis, dan pemikiran matematis secara terpadu (Kelley & Knowles, 2016; Stehle & Peters-Burton, 2019).

Semangat eksploratif yang ditunjukkan guru menjadi aset penting

dalam mengembangkan pembelajaran lintas disiplin. Dengan dukungan sistematis berupa pelatihan berbasis praktik, panduan desain EDP, serta komunitas praktik yang kolaboratif, upaya implementasi STEM di sekolah dasar dapat berkembang lebih bermakna dan berkelanjutan (Portillo-Blanco, Deprez, De Cock, Guisasola, & Zuza, 2024; Rahman, Rosli, Rambely, & Halim, 2021)

Hambatan dan Kendala dalam Implementasi Pembelajaran STEM

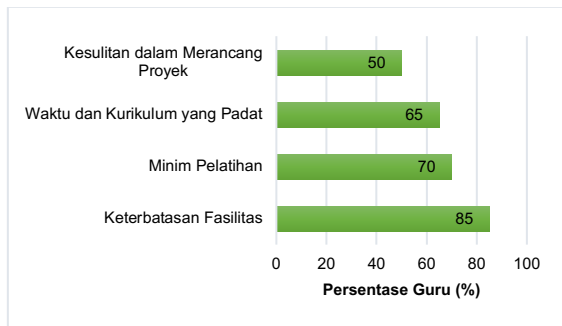
Skor kuisioner 3,23 menegaskan bahwa meski antusiasme terhadap STEM cukup tinggi, guru di SD Kota Samarinda masih menghadapi beragam kendala dalam penerapannya. Hambatan pertama berkaitan dengan pelatihan dan kompetensi. Kurang dari 30 % guru pernah mengikuti pelatihan STEM terstruktur, sehingga banyak yang masih merancang proyek berdasarkan praktik IPA konvensional. Seorang guru mengakui, “Kami belum pernah ikut pelatihan resmi tentang STEM, jadi masih sering mendesain proyek berdasarkan praktik IPA biasa.” Kondisi ini sesuai dengan temuan

Susanti et al. (2020), di mana minimnya pelatihan praktik nyata menjadi penghambat utama dalam penguasaan integrasi lintas disiplin.

Selain itu, beban waktu dan administrasi turut mempersempit ruang guru untuk mengembangkan tahapan engineering design process (EDP) secara komprehensif. Kurikulum yang padat dan tuntutan menyelesaikan silabus membuat guru cenderung memilih eksperimen singkat tanpa melalui langkah identifikasi masalah, perancangan solusi, pengujian prototipe, dan evaluasi hasil. Chiriacescu et al. (2023) menegaskan bahwa beban kerja yang tinggi dapat menurunkan motivasi guru untuk mengeksplorasi pendekatan pembelajaran inovatif seperti STEM.

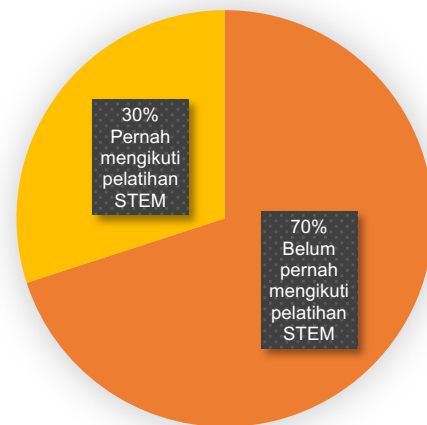
Hambatan berikutnya muncul dari keterbatasan sarana dan prasarana. Banyak sekolah belum memiliki fasilitas laboratorium IPA yang memadai, sehingga guru terpaksa memodifikasi bahan sederhana atau menggunakan alat peraga buatan sendiri. Kondisi ini menghambat pelaksanaan proyek yang memerlukan prototipe atau pengolahan data matematis. Meskipun beberapa guru telah

berinisiatif memanfaatkan barang bekas untuk eksperimen, ketiadaan starter-kit STEM membuat kegiatan tersebut kurang sistematis dan sulit diukur efektivitasnya.



Gambar 2. Hambatan utama guru dalam menerapkan pembelajaran STEM di SD Kota Samarinda.

Gambar 2 menggambarkan intensitas pelaporan hambatan oleh guru, di mana pelatihan dan fasilitas menempati urutan teratas. Data ini diperkuat oleh Gambar 3, yang menunjukkan kurang dari 30 % guru pernah mengikuti pelatihan formal STEM, hal ini jadi sebuah indikator jelas tentang kebutuhan peningkatan kompetensi profesional.



Gambar 3. Persentase guru SD Kota Samarinda yang pernah mengikuti pelatihan STEM terstruktur (N=18).

Portillo-Blanco et al. (2024) menekankan bahwa penguatan komunitas praktik dan dukungan institusional sangat penting untuk mengatasi hambatan struktural maupun pedagogis. Oleh karena itu, intervensi yang direkomendasikan meliputi penyelenggaraan pelatihan berkelanjutan yang menitikberatkan pada praktik EDP, penyediaan waktu khusus dalam jadwal mengajar untuk proyek lintas disiplin, serta distribusi starter-kit STEM. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan implementasi STEM di sekolah dasar tidak hanya menjadi aktivitas eksperimental, tetapi juga pengalaman pembelajaran otentik yang berkelanjutan.

Dukungan Institusional

Hasil kuisioner menunjukkan skor rata-rata 3,00 untuk dukungan institusional, menandakan masih terbatasnya bantuan resmi bagi guru dalam menerapkan STEM. Meskipun Kurikulum Merdeka telah menyediakan kerangka yang lebih fleksibel untuk pembelajaran berbasis proyek (Kemdikbudristek, 2022), di lapangan guru sering kali tidak mendapatkan pelatihan terstruktur ataupun anggaran khusus untuk perlengkapan STEM. Sebagian sekolah hanya mampu menyediakan fasilitas dasar seperti proyektor dan akses internet, sedangkan peralatan laboratorium dan kit eksperimen, misalnya sensor sederhana atau perlengkapan robotik, hampir tidak tersedia.

Dalam kondisi tersebut guru cenderung mengandalkan inisiatif pribadi dan kelompok informal. Banyak yang berbagi modul ajar dan ide eksperimen melalui forum online, namun materi tersebut belum distandarisasi. Portillo-Blanco et al. (2024) menekankan pentingnya pembentukan komunitas praktik lokal yang difasilitasi oleh dinas pendidikan atau perguruan tinggi untuk meningkatkan kapabilitas guru melalui

peer mentoring dan diskusi kasus. Sementara itu, Rahman et al. (2021) menunjukkan bahwa kebijakan sekolah (seperti pengalokasian anggaran rutin untuk bahan proyek atau pemberian waktu khusus bagi guru untuk kolaborasi) dapat meningkatkan konsistensi dan kualitas implementasi STEM. Untuk itu, perlu disusun pedoman operasional yang memuat contoh RPP STEM, daftar bahan minimum, dan langkah-langkah lengkap EDP agar fleksibilitas Kurikulum Merdeka dapat diterjemahkan menjadi praktik yang jelas di kelas.

Dampak Pembelajaran STEM terhadap Siswa

Di sisi lain, aspek dampak pembelajaran STEM meraih skor tertinggi, yaitu 4,10. Guru melaporkan bahwa siswa menjadi lebih antusias, kreatif, dan kritis setelah mengikuti proyek berbasis STEM. Sebagai contoh, pada kegiatan pembuatan alat pengukur kualitas air, murid dilibatkan mulai dari identifikasi polutan, perancangan filtrasi, hingga analisis hasil uji, sehingga mereka belajar berpikir secara sistematis. Temuan ini sejalan dengan Margot dan Kettler (2019), yang mencatat peningkatan

motivasi intrinsik hingga 30 persen melalui pembelajaran STEM interdisipliner, serta dengan Rahmawati et al. (2022), yang menunjukkan bahwa model Project-Based Learning dalam STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

Selain aspek kognitif, guru juga mencatat munculnya keterampilan sosial dan karakter, seperti kemampuan bekerja sama, komunikasi, dan inovasi. Siswa terbiasa membagi tugas dalam kelompok, mendokumentasikan proses eksperimen, dan mempresentasikan hasilnya di depan teman sekelas. Hal ini selaras dengan tujuan Profil Pelajar Pancasila yang menekankan karakter kolaboratif dan kreatif (Kemdikbudristek, 2022). Untuk memperkuat dampak positif tersebut, sekolah dianjurkan mengadakan pameran mini STEM antarkelas, membentuk klub STEM ekstrakurikuler, serta menggunakan evaluasi formatif berupa portofolio proyek dan rubrik kolaboratif. Langkah-langkah ini akan menumbuhkan semangat belajar sepanjang hayat dan menjadikan STEM bagian integral dari pendidikan dasar

E. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar Kota Samarinda menunjukkan arah yang positif meskipun masih menghadapi sejumlah tantangan. Guru umumnya telah memiliki pemahaman awal yang baik terhadap pendekatan ini, khususnya pada aspek sains dan teknologi, namun masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan unsur rekayasa dan matematika secara utuh. Strategi pembelajaran yang digunakan sebagian besar sudah mulai mengarah pada proyek berbasis konteks nyata, tetapi belum sepenuhnya mengikuti tahapan rekayasa yang sistematis. Hambatan yang dihadapi guru meliputi keterbatasan pelatihan, waktu, serta fasilitas pendukung yang belum memadai. Selain itu, dukungan dari institusi pendidikan masih terbatas, baik dalam bentuk kebijakan, pendampingan, maupun penyediaan sumber daya. Meskipun demikian, pembelajaran berbasis STEM terbukti berdampak positif terhadap siswa, terutama dalam meningkatkan keterlibatan, kreativitas, serta kemampuan berpikir kritis dan

kolaboratif. Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan STEM memiliki potensi besar untuk diterapkan secara lebih luas di sekolah dasar, asalkan diikuti dengan dukungan sistematis dan berkelanjutan dari berbagai pihak.

Rekomendasi

Rekomendasi selanjutnya meliputi penyelenggaraan pelatihan praktis yang menekankan seluruh tahapan engineering design process, penyediaan pedoman dan starter-kit STEM di setiap sekolah, serta alokasi waktu khusus dalam jadwal untuk pelaksanaan proyek berbasis STEM. Selain itu, pembentukan komunitas praktik antara guru perlu diperkuat agar mereka dapat saling bertukar pengalaman dan materi ajar; sementara evaluasi berkelanjutan penting dilakukan untuk mengukur perkembangan keterampilan abad ke-21 siswa. Dengan dukungan berkelanjutan ini, diharapkan penerapan STEM di sekolah dasar menjadi lebih terstruktur, efektif, dan mampu memberikan dampak positif yang lebih luas bagi perkembangan peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Chiriacescu, F. S., Chiriacescu, B., Grecu, A. E., Miron, C.,

Panisoara, I. O., & Lazar, I. M. (2023). Secondary teachers' competencies and attitude: A mediated multigroup model based on usefulness and enjoyment to examine the differences between key dimensions of STEM teaching practice. In *PLoS ONE* (Vol. 18). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279986>

English, L. D. (2017). Advancing Elementary and Middle School STEM Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 5–24. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). Panduan pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka. <https://kurikulum.kemdikbud.go.id>

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

Miles, Ma. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). Qualitative Data Analysis A Method Sourcebook Edition 3. In *Sage Publication, Inc.*

- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J., & Zuza, K. (2024). A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. *Education Sciences*, 14(9), 8–10. <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. sham;, & Halim, L. (2021). Mathematics Teachers' Practices of STEM Education: A Systematic Literature Review. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1541–1559. Retrieved from <https://doi.org/10.12973/eujer.10.3.1541>
- Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5490>
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is Adding the E Enough? Investigating the Impact of K-12 Engineering Standards on the Implementation of STEM Integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31–44. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Susanti, D., Prasetyo, Z. K., & Retnawati, H. (2020). Analysis of elementary school teachers' perspectives on stem implementation. *Jurnal Prima Edukasia*, 8(1), 40–50. <https://doi.org/10.21831/jpe.v8i1.31262>