

Kesiapan Guru dan Kendala Sarana Implementasi STEM di Sekolah Dasar

Teacher Readiness and Infrastructure Constraints in STEM Implementation in Elementary Schools

Amelia Luthfiani^{1*}, Salsabila Khoerunisa Izati², Abid Nawla Fazliyano³, Muhammad Arifin Syaefudin⁴
¹²³⁴Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Pancasakti Tegal, Tegal, Indonesia

Article Info

Article history:

Received 2026-07-14

Revised 2026-08-26

Accepted 2026-08-31

Keywords:

Phenomenology, STEM implementation, teacher readiness, elementary school

Kata kunci:

Fenomenologi, implementasi STEM, kesiapan guru, sekolah dasar

ABSTRACT

The implementation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education in elementary schools is a key strategy for fostering the development of 21st-century skills. However, its implementation in the field still faces various obstacles, particularly those related to teacher readiness and the availability of learning resources. This study aims to describe the implementation of STEM education in elementary schools, identify the barriers faced by teachers, and examine the solutions implemented to overcome these barriers. This study employs a qualitative approach using a phenomenological research design. The research subjects consisted of three elementary school teachers selected using purposive sampling. Data were collected through semi-structured interviews, observations, and documentation, then analyzed using thematic analysis through the stages of data reduction, theme grouping, interpretation, and drawing conclusions. Data validity was ensured through source triangulation. The results indicate that teachers have understood the basic concepts of STEM, but its implementation remains partial and has not yet fully integrated all STEM components. The main obstacles identified include limited learning facilities and infrastructure, suboptimal use of technology, a lack of training, and low readiness among some teachers to design STEM lessons. Solutions implemented by teachers include utilizing available learning media, developing creativity in designing learning activities, and collaborating through Teacher Working Groups (KKG). The findings of this study indicate that the successful implementation of STEM depends not only on the availability of facilities but also on improving teachers' pedagogical competencies through ongoing training and support from the school administration.

ABSTRAK

Implementasi pembelajaran Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) di sekolah dasar menjadi salah satu strategi yang penting dalam mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21. Namun, implementasinya di lapangan masih menghadapi berbagai hambatan, terutama yang berkaitan dengan kesiapan guru dan ketersediaan sarana pendukung pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi pembelajaran STEM di sekolah dasar, mengidentifikasi hambatan yang dihadapi guru, serta mengkaji solusi yang dilakukan dalam mengatasi hambatan tersebut. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian fenomenologi. Subjek penelitian terdiri atas tiga orang guru sekolah dasar yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan analisis tematik melalui tahapan reduksi data, pengelompokan tema, interpretasi, dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data dilakukan melalui triangulasi sumber. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru telah memahami konsep dasar STEM, tetapi implementasinya masih bersifat parsial dan belum mengintegrasikan seluruh komponen STEM secara utuh. Hambatan utama yang ditemukan meliputi keterbatasan sarana dan prasarana pembelajaran, belum optimalnya pemanfaatan teknologi, kurangnya pelatihan, serta rendahnya kesiapan sebagian guru dalam merancang pembelajaran STEM. Adapun solusi yang dilakukan guru antara lain memanfaatkan media pembelajaran yang tersedia, mengembangkan kreativitas dalam merancang kegiatan pembelajaran, serta melakukan kolaborasi melalui Kelompok Kerja Guru (KKG). Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi STEM tidak hanya bergantung pada ketersediaan fasilitas,

tetapi juga pada peningkatan kompetensi pedagogis guru melalui pelatihan yang berkelanjutan dan dukungan institusi sekolah.

© 2025 The Author(s). Published by Inspirasi Cendikia Karya

Corresponding Author:

Nama: Amelia Luthfiani
 Email: amelialuthfiani17@gmail.com
 Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

1. PENDAHULUAN

Di abad 21, pendidikan memerlukan pergeseran paradigma pembelajaran, dari yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menjadi berpusat pada peserta didik (*student-centered*) (Mu'minah & Aripin, 2019). Tuntutan ini didorong oleh pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta kebutuhan akan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif (4C) (Patras dkk., 2024). Namun, pendidikan di Indonesia masih tergolong rendah dalam sains dan matematika. Hasil survei internasional menunjukkan bahwa literasi sains di kalangan siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pembelajaran di negara ini belum optimal dalam membekali siswa dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya di jenjang sekolah dasar, yang merupakan fondasi bagi pengembangan kompetensi-kompetensi tersebut (Rofi'ah dkk., 2025; Rohmah dkk., 2019).

STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika) merupakan salah satu strategi pendidikan yang dianggap paling menjanjikan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut. Menurut (Nuragnia dkk., 2021), STEM adalah pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut ke dalam pemecahan masalah yang kontekstual dan praktis. Pembelajaran STEM di tingkat sekolah dasar mengacu pada integrasi keempat disiplin ilmu tersebut ke dalam kegiatan pembelajaran yang bermakna melalui *engineering design process* (merancang, menguji, dan menyempurnakan), penggunaan teknologi (tidak harus digital, tetapi juga keterampilan menggunakan alat), serta penerapan terpadu konsep-konsep sains dan matematika (Nuragnia dkk., 2021). Agar dapat mengembangkan pengetahuan konseptual dan kemampuan abad ke-21 secara bersamaan, pembelajaran STEM di sekolah dasar idealnya harus menekankan pada pengalaman langsung (*hands-on activity*), eksplorasi, dan pemecahan masalah autentik yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa (Patras dkk., 2024; Yulaikah dkk., 2022).

Berdasarkan penelitian, berbagai kompetensi siswa mengalami dampak positif akibat penerapan STEM secara rutin. STEM telah terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Patras dkk., 2024), kreativitas dan pemahaman konseptual dalam sains (Yulaikah dkk., 2022), serta kemampuan memecahkan masalah matematis (Gusmana & Syamzaimar, 2025). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan literasi dan numerasi siswa sekolah dasar, dengan hasil rata-rata nilai post-test siswa yang signifikan setelah diterapkannya pembelajaran berbasis STEM (Rofi'ah dkk., 2025). Selain itu, pendidikan STEM sejalan dengan karakteristik Kurikulum Merdeka, yang memberikan kebebasan kepada pendidik untuk menciptakan peluang belajar yang relevan dan kontekstual (Riski Septiadevana dkk., 2026). Metode STEM dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran aktif lainnya seperti Project Based Learning (PjBL), Problem Based Learning (PBL), dan inkuiri, yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam mengembangkan pengetahuan mereka sendiri (Widiyatmoko & Darmawan, t.t.)

Meskipun STEM menjanjikan potensi yang sangat besar, masih terdapat sejumlah hambatan dalam penerapannya di lapangan, terutama di sekolah dasar. Penelitian (Widiyatmoko & Darmawan, t.t.) mengungkapkan bahwa implementasi STEM di Indonesia paling banyak menggunakan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) sebesar 87,5%, dengan level pendidikan SMA menjadi yang paling dominan (48%), sementara implementasi di sekolah dasar masih relatif terbatas. Sebuah penelitian oleh (Nuragnia dkk., 2021) mengungkapkan bahwa guru menghadapi hambatan pedagogis dan teknis, serta keterbatasan dalam fasilitas berbasis teknologi dan akses terhadap konten STEM. Demikian pula, (Riski Septiadevana dkk., 2026) menemukan adanya kesenjangan yang cukup besar antara pandangan positif guru terhadap STEM (96% berpendapat bahwa STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi [HOTS]) dengan realita tingkat implementasi yang rendah (hanya 44% guru yang pernah menerapkan STEM di kelas). Penelitian tentang persepsi dan kesiapan guru juga menunjukkan bahwa sebagian besar guru masih belum familiar dengan STEM sebelum mengikuti pelatihan, dan tingkat kesiapan guru dalam

mengimplementasikan STEM masih tergolong sedang hingga tinggi setelah mendapatkan pelatihan (Yuniar dkk., 2024). Sementara itu, (Kumala dkk., 2023a) menemukan bahwa pembelajaran STEM low cost dapat menjadi solusi bagi sekolah dengan keterbatasan fasilitas, selama guru memiliki kemauan dan kreativitas yang tinggi dalam merancang pembelajaran.

Temuan-temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu diisi. Sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan metode kuantitatif untuk memetakan persepsi para guru secara umum atau menilai seberapa besar kontribusi STEM terhadap hasil belajar. Penelitian-penelitian tersebut belum secara mendalam mengkaji alasan dan mekanisme di balik ketidaksesuaian antara pengetahuan konseptual dan praktik nyata, terutama dalam hal mendengarkan dan menganalisis pengalaman para guru sendiri. Dengan kata lain, realitas praktik di kelas dan berbagai aspek “suara guru” (teacher's voice) masih kurang diteliti. Selain itu, penelitian kualitatif yang komprehensif mengenai kesiapan guru dan keterbatasan sumber daya dalam konteks spesifik sebuah sekolah dasar juga masih sangat kurang. Meskipun penelitian oleh (Patras dkk., 2024) telah menunjukkan bahwa STEM dapat meningkatkan keterampilan 4C siswa, penelitian tersebut belum menggambarkan kesulitan khusus yang dihadapi guru sekolah dasar saat mencoba menerapkannya, terutama terkait kesiapan internal dan bantuan sumber daya. Penelitian oleh (Sukmana, 2018) juga menekankan pentingnya pendekatan STEM dalam mengembangkan minat belajar peserta didik, namun belum mengeksplorasi secara mendalam kendala implementasi dari sisi guru.

Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan (novelty) dengan menggunakan pendekatan pendekatan kualitatif studi kasus untuk mengeksplorasi penerapan STEM secara komprehensif dan kontekstual di sekolah dasar. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sering kali mengandalkan data survei dan analisis statistik, penelitian ini mengeksplorasi pengalaman subjektif guru secara mendetail, bertujuan untuk memahami makna di balik tindakan mereka, serta mengungkap realitas praksis yang sering kali tersembunyi di balik statistik kuantitatif. Penelitian ini berfokus pada dua faktor penting yang sering kali menjadi hambatan signifikan: (1) keterbatasan infrastruktur dan (2) kesiapan internal guru, yang mencakup motivasi, pemahaman, dan pengalaman pelatihan. Hal ini sejalan dengan temuan (Kumala dkk., 2023a) yang menunjukkan bahwa pembelajaran STEM low cost dapat menjadi alternatif bagi sekolah dengan keterbatasan sarana, serta temuan (Yuniar dkk., 2024) yang menekankan pentingnya pelatihan dalam meningkatkan kesiapan guru mengimplementasikan STEM.

Penelitian ini menjadi penting dan mendesak untuk dilakukan karena penelitian ini menawarkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penyebab mendasar dari masalah-masalah dalam implementasi STEM pada tingkat mikro. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pembuat kebijakan di bidang pendidikan, bahan refleksi bagi sekolah-sekolah, serta masukan yang berguna untuk penyusunan program pelatihan guru yang lebih efektif dan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Solusi yang ditawarkan akan menjadi solusi yang bersifat lokal dan praktis, bukan sekadar solusi yang luas atau teoretis, berkat pemahaman yang mendalam mengenai kesulitan yang dihadapi oleh para pendidik.

Berdasarkan latar belakang, kesenjangan penelitian, dan urgensi yang dipaparkan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana implementasi pendekatan STEM di sekolah dasar? (2) Apa saja hambatan yang ditemui guru dalam mengimplementasikan STEM? (3) Bagaimana solusi yang dilakukan guru untuk mengatasi hambatan tersebut?. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis secara kritis implementasi STEM, hambatan yang dihadapi guru, serta solusi yang diterapkan dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian fenomenologi. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk mengkaji topik secara mendalam pengalaman subjektif para guru terkait implementasi STEM, memahami makna dari situasi yang ada, serta mengungkap realitas praksis yang seringkali tidak terlihat dalam angka-angka kuantitatif. Fenomenologi memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi esensi pengalaman para informan dalam merasakan, memaknai, dan merespons berbagai kendala yang dihadapi dalam implementasi STEM di sekolah dasar.

Informan dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria pemilihan informan meliputi: (1) guru pengampu mata pelajaran IPAS yang aktif mengajar; (2) memiliki pengalaman mengajar minimal tiga tahun untuk menjamin pemahaman yang memadai terhadap dinamika kelas; dan (3) bersedia berpartisipasi secara sukarela. Berdasarkan kriteria tersebut, terpilih tiga orang guru sebagai partisipan dengan karakteristik yang bervariasi dari segi usia, jenis kelamin, dan pengalaman mengajar untuk memperoleh data yang lebih kaya dan beragam mengenai pengalaman implementasi STEM di berbagai tingkatan kelas.

Wawancara semi-terstruktur secara tatap muka di lingkungan sekolah digunakan untuk mengumpulkan data primer. Wawancara semi-terstruktur dipilih karena memungkinkan munculnya topik-topik baru dan tak terduga selama proses wawancara serta memberikan fleksibilitas kepada peneliti untuk mengkaji informasi secara mendalam

sambil tetap berpegang pada pedoman wawancara yang telah disusun. Jumlah total pertanyaan dalam pedoman wawancara adalah 10 butir. Dengan persetujuan para informan, perekam suara digital digunakan untuk merekam setiap wawancara yang berlangsung selama 25–35 menit. Catatan anekdotal mengenai kondisi fasilitas dan infrastruktur sekolah, serta dokumentasi berupa dokumentasi kegiatan pembelajaran dan foto fasilitas sekolah yang relevan dengan implementasi STEM, digunakan untuk mengumpulkan data pendukung selain wawancara. Periode pengumpulan data berlangsung di bulan Mei 2026.

Untuk menjamin keakuratan data, setiap rekaman wawancara ditranskripsikan secara verbatim (kata demi kata). Analisis data dilakukan menggunakan model analisis tematik yang terdiri dari enam tahapan: (1) familiarisasi data, di mana peneliti membaca dan membaca ulang catatan lapangan serta transkrip wawancara untuk memperoleh pemahaman yang mendalam; (2) pengkodean awal, di mana peneliti menetapkan kode (label) pada setiap unit makna yang relevan dengan pertanyaan penelitian; (3) identifikasi tema, di mana kode-kode yang serupa dikelompokkan menjadi tema-tema potensial; (4) peninjauan tema, di mana tema-tema yang telah diidentifikasi ditinjau kembali untuk memastikan konsistensi dan kejelasan batas antar tema; (5) definisi dan penamaan tema, di mana setiap tema didefinisikan secara operasional dan diberi nama yang representatif; dan (6) penulisan laporan. Proses analisis data dibantu dengan perangkat lunak pengolah kata untuk memudahkan pengorganisasian kode dan tema.

Penelitian ini menggunakan triangulasi sumber untuk menjamin keabsahan dan kredibilitas data. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan data wawancara dari ketiga informan serta memverifikasi hasilnya dengan data observasi dan data dokumenter. Untuk memastikan bahwa interpretasi peneliti sesuai dengan maksud para informan, peneliti juga melakukan member checking, yaitu meminta para informan untuk mengonfirmasi ringkasan hasil wawancara.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data lapangan yang dikumpulkan melalui wawancara, pemahaman konseptual guru sekolah dasar, pengalaman mengajar, serta ketersediaan fasilitas dan infrastruktur, semuanya memiliki dampak yang signifikan terhadap kesiapan mereka dalam memahami esensi implementasi STEM. Berbagai perspektif mengenai implementasi STEM di sekolah dasar ditemukan melalui proses wawancara sistematis dengan tiga narasumber yang berasal dari latar belakang yang berbeda. Informasi mengenai latar belakang para narasumber disajikan dalam Tabel 1 sebagai gambaran singkat mengenai karakteristik masing-masing narasumber.

Table 1 Profil Responden

KODE	USIA	JENIS KELAMIN	PENGALAMAN MENGAJAR	KELAS YANG DIAMPU
Informan 1	49 Tahun	Perempuan	> 10 Tahun	Kelas 3
Informan 2	45 Tahun	Laki-laki	> 10 Tahun	Kelas 4
Informan 3	38 Tahun	Perempuan	> 5 Tahun	Kelas 5

Setelah memetakan profil dan riwayat para informan, peneliti melakukan wawancara mendalam yang terstruktur untuk mengkaji lebih lanjut perspektif mereka. Wawancara tersebut mencakup enam aspek utama, yaitu pemahaman konsep, praktik implementasi, pendekatan dan media yang digunakan, kendala yang dihadapi, dukungan sarana, serta solusi dan harapan terhadap implementasi STEM. Tabel 2 di bawah ini menyajikan rangkuman hasil transkrip wawancara dengan ketiga guru tersebut guna membantu mempermudah proses analisis dan perbandingan data naratif yang dikumpulkan di lapangan.

Table 2 Hasil Wawancara Responden

ASPEK	INDIKATOR	INFORMAN 1	INFORMAN 2	INFORMAN 3
Pemahaman guru tentang STEM	Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang STEM?	STEM adalah metode pembelajaran yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Saya pernah mendengar istilah ini tetapi belum	STEM adalah gabungan antara sains, teknologi, teknik, dan matematika. Secara tidak langsung, metode ini sudah saya terapkan dalam pembelajaran sehari-hari.	STEM adalah pembelajaran berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika. Saya memahami konsepnya secara umum tetapi belum menerapkannya.

		menerapkannya secara khusus.		
Pengalaman penggunaan STEM	Apakah Bapak/Ibu sudah pernah menerapkan STEM?	Saya pribadi belum pernah menerapkan STEM secara langsung. Namun beberapa guru di sekolah ini mungkin sudah menerapkan tanpa menyadarinya.	Saya menganggap sudah menerapkan STEM secara tidak langsung dalam kegiatan pembelajaran sehari-hari	Saya belum pernah menerapkan STEM. Metode yang biasa saya gunakan adalah tanya jawab dan diskusi.
Kendala implementasi	Apa saja kendala yang dihadapi?	Kendala utama adalah sarana prasarana sekolah dan faktor guru yang sudah sepuh sehingga kurang terbuka dengan teknologi.	Kendala sebenarnya ada pada guru itu sendiri, yaitu kemauan untuk melaksanakan dan memanfaatkan media yang sudah tersedia.	Keterbatasan fasilitas seperti laboratorium dan alat praktik yang memadai untuk kegiatan eksperimen menjadi kendala utama.
Dukungan sarana	Apakah sarana sudah mendukung?	Sekolah sudah memiliki beberapa fasilitas bantuan dari pemerintah seperti Chromebook dan papan flat interaktif. Secara umum sudah cukup memadai.	Media pembelajaran sudah tersedia, tinggal bagaimana guru mau memanfaatkannya dengan baik untuk mendukung pembelajaran STEM.	Fasilitas belum sepenuhnya mendukung. Beberapa sekolah sudah memiliki komputer, proyektor, dan alat peraga sains tetapi belum optimal
Solusi	Upaya apa yang dilakukan?	Guru harus kreatif mencari alternatif lain dan mampu menangani kendala yang ada dengan berbagai cara.	Solusinya adalah kemauan guru untuk belajar dan berkolaborasi melalui KKG (Kelompok Kerja Guru).	Perlu ada pelatihan dan peningkatan kompetensi guru agar mampu merancang pembelajaran STEM yang efektif.
Harapan	Apa harapan terhadap penerapan STEM?	Semoga STEM segera dapat diterapkan dan siswa lebih mudah memahami materi serta bisa meraih prestasi.	Dengan diterapkannya STEM, siswa lebih paham akan materi yang disampaikan oleh guru.	Pembelajaran STEM membantu siswa belajar secara lebih aktif, kreatif, dan menyenangkan serta mampu menerapkan ilmu untuk memecahkan masalah sehari-hari.

Para peneliti menelaah secara mendalam praktik implementasi STEM ketiga narasumber tersebut menggunakan data yang ditampilkan dalam Tabel 2. Secara umum, meskipun memiliki latar belakang usia, gender, dan pengalaman mengajar yang bervariasi, Ketiga guru tersebut menunjukkan beragam perspektif mengenai STEM, mulai dari pemahaman dasar hingga pengakuan bahwa mereka belum pernah menerapkannya secara terstruktur. Di semua indikator pembahasan, hubungan pemikiran antara Informan 1, Informan 2, dan Informan 3 terbukti saling melengkapi. Untuk memberikan gambaran lengkap mengenai implementasi STEM di lapangan, setiap aspek dijelaskan secara detail dalam narasi berikut.

a. Pemahaman Konseptual guru tentang STEM

Ketiga guru tersebut memberikan sudut pandang yang beragam namun saling melengkapi mengenai esensi STEM dalam hal pemahaman konseptual. Informan 2 menafsirkan pendekatan ini sebagai sintesis dari keempat bidang STEM yang sebenarnya telah diterapkan dalam pembelajaran sehari-hari meskipun tidak secara eksplisit. Pemikiran ini dilengkapi oleh Informan 1 yang mengidentifikasi bahwa meskipun ia sendiri belum menerapkan STEM, beberapa guru di sekolah tersebut mungkin telah menerapkannya tanpa menyadari bahwa kegiatan tersebut merupakan metode STEM. Informan 3 melengkapi gambaran ini dengan menyatakan bahwa meskipun mereka memiliki pemahaman konseptual tentang STEM, mereka belum pernah menerapkannya dalam pembelajaran.

“STEM adalah gabungan antara sains, teknologi, teknik, dan matematika... sebetulnya metode STEM yang kolaborasi antara teknologi dan matematika itu sebetulnya sudah dilaksanakan... secara tidak langsung sudah dijalankan.” (Wawancara dengan Informan 2, 2026)

Pemahaman yang beragam tersebut telah dikonseptualisasikan. Namun, para guru belum sepenuhnya mengoperasionalkannya. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Riski Septiadevana dkk., 2026), yang mengungkapkan bahwa meskipun 78% guru sekolah dasar mengetahui tentang STEM, hanya 34% yang pernah mengikuti pelatihan atau merancang kurikulum STEM secara mandiri. Selain itu, (Nuragnia dkk., 2021) menekankan bahwa pemahaman guru tentang STEM masih bersifat teoretis dan belum diterapkan dalam proses pembelajaran terintegrasi. Penelitian oleh (Yuniar dkk., 2024) memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa sebagian besar guru masih belum familiar dengan STEM sebelum mengikuti pelatihan, dan pemahaman mereka meningkat secara signifikan setelah menerima bimbingan. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan sangat penting untuk mengubah pengetahuan konseptual menjadi kesiapan implementatif.

Selain itu, temuan ini juga mendukung hasil penelitian oleh (Widiyatmoko & Darmawan, t.t.), yang mengungkapkan bahwa penerapan STEM di Indonesia masih relatif terbatas pada tingkat sekolah dasar dan masih didominasi pada tingkat sekolah menengah atas (48%). Rendahnya penerapan STEM di tingkat sekolah dasar ini menunjukan perlunya perhatian lebih lanjut pada penguatan kapasitas guru sekolah dasar, terutama melalui pendampingan dan pelatihan praktis (Kumala dkk., 2023). Tanpa adanya pemahaman yang utuh tentang bagaimana mengintegrasikan keempat komponen STEM secara terpadu, guru kemungkinan besar akan menganggap kegiatan sederhana seperti observasi dan menggambar sebagai bagian dari STEM, padahal unsur engineering design process belum muncul secara signifikan.

b. Kendala Sarana Prasarana Dan Fasilitas Pendukung Pembelajaran STEM

Dalam ranah implementasi praktis di dalam kelas, para informan menunjukkan kesenjangan antara pemahaman konseptual dan tindakan nyata. Informan 1 mengilustrasikan contoh penerapan STEM yang masih sederhana, seperti kegiatan mengamati hewan, menonton video, dan menggambar. Aktivitas ini belum sepenuhnya mencerminkan integrasi keempat komponen STEM secara utuh.

“Jika anak-anak diberikan materi ilmu alam, seperti pengamatan hewan, mereka dapat melihat hewan-hewan di lingkungan sekitar mereka. Guru kemudian dapat memutar film yang berkaitan dengan hewan. Setelah itu, kita dapat mendorong siswa untuk menggunakan imajinasi mereka dan membuat gambar hewan yang mereka lihat.” (Informan 1, wawancara tahun 2026)

Ilustrasi ini menunjukkan bagaimana guru masih memisahkan kegiatan sains (pengamatan), teknologi (menonton video), dan seni (menggambar) tanpa integrasi komprehensif dan proses rekayasa (engineering) yang menjadi ciri khas STEM. Pada kenyataannya, keempat komponen STEM perlu diintegrasikan secara terpadu melalui latihan pemecahan masalah dunia nyata, menurut (Nuragnia dkk., 2021). Menurut (Patras dkk., 2024), pembelajaran STEM idealnya harus mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif siswa melalui pemecahan masalah autentik, bukan sekadar aktivitas pengamatan dan menggambar yang bersifat terpisah.

Berdasarkan studi oleh (Widiyatmoko & Darmawan, t.t.), model pembelajaran seperti PjBL, yang mengutamakan proses desain dan rekayasa, harus mencakup keempat komponen tersebut agar dapat mengimplementasikan STEM secara efektif. Menurut (Rofi'ah dkk., 2025), model PjBL adalah yang paling banyak digunakan dalam implementasi STEM di Indonesia (87,5%). Namun demikian, penerapannya di tingkat sekolah dasar masih belum optimal karena pemahaman guru yang lemah mengenai sintaksis PjBL yang terintegrasi STEM. Para pendidik di sektor ini masih sering menggunakan metode pembelajaran berbasis ceramah dan tugas-tugas yang sederhana, yang belum mampu memotivasi siswa untuk terlibat dalam proses engineering design secara utuh. Tidak adanya modul ajar STEM yang kontekstual dan siap pakai untuk siswa sekolah dasar semakin memperparah situasi ini (Hallimah & Supriatna, 2025).

c. Kendala Kesiapan Guru Dan Solusi Yang Diterapkan

Tema yang paling dominan dalam penelitian ini adalah kendala sarana prasarana. Hambatan utama dalam implementasi STEM, menurut Informan 1 dan 3, adalah keterbatasan fasilitas.

"Mengenai kesulitan-kesulitan tersebut, mungkin infrastruktur sekolahlah yang menjadi penyebabnya. Selain itu, ada guru-guru yang—dengan kata lain—sudah lanjut usia dan kurang terbuka terhadap teknologi." (Informan 1, wawancara tahun 2026)

"Ada keterbatasan dalam fasilitas untuk kegiatan eksperimental... tidak semua sekolah memiliki ruang laboratorium atau peralatan praktikum yang sesuai." (Wawancara dengan Informan 3, 2026)

Berdasarkan data observasi, pemerintah sebenarnya telah menyediakan teknologi bagi sekolah-sekolah, termasuk papan tulis interaktif dan Chromebook. Namun, sumber daya ini belum dimanfaatkan secara optimal untuk pembelajaran STEM. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan alat bukanlah jaminan implementasi. Tantangan utamanya adalah mengintegrasikan alat-alat ini ke dalam desain pembelajaran STEM, bukan sekadar digunakan sebagai alat tayang (Nuragnia dkk., 2021).

Fakta ini selaras dengan temuan (Nuragnia dkk., 2021), yang menunjukkan bahwa 65,62% guru menyatakan ketidakpuasan atas kurangnya sumber daya berbasis teknologi. Selain itu, (Gusmana & Syamzaimar, 2025) mencatat bahwa hambatan signifikan dalam eksperimen sains yang dipadukan dengan matematika adalah kurangnya laboratorium dan alat bantu pengajaran yang konkret. Guru di lapangan masih mengandalkan media seadanya, seperti gambar dan video, yang belum cukup untuk mendukung proses rekayasa (engineering). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Kumala dkk., 2023a), pembelajaran STEM low cost dapat menjadi alternatif bagi sekolah-sekolah dengan sumber daya terbatas dengan memanfaatkan benda-benda sederhana yang dapat ditemukan anak-anak di lingkungan sekitar mereka. Hal ini sejalan dengan kondisi di lapangan, di mana guru diharapkan untuk berkreasi dengan sumber daya yang ada tanpa harus bergantung pada peralatan yang mahal dan canggih. Sekolah-sekolah dengan anggaran terbatas tetap dapat menerapkan pembelajaran STEM yang bermakna berkat pendekatan STEM low cost ini.

Table 3. Ringkasan Kendala Sarana Prasarana dalam Implementasi STEM

NO	JENIS KENDALA	DESKRIPSI	SUMBER
1	Keterbatasan laboratorium	Belum tersedia laboratorium khusus untuk eksperimen sains	Informan 3
2	Keterbatasan alat praktik	Alat praktik belum memadai untuk untuk menunjang pembelajaran STEM	Informan 3
3	Pemanfaatan teknologi belum optimal	Chromebook dan papan interaktif belum digunakan secara maksimal	Informan 1
4	Keterbatasan media <i>ready to use</i>	Guru kesulitan memperoleh media pembelajaran STEM yang siap digunakan	Informan 1, 2

d. Kendala Kesiapan Guru Dan Solusi Yang Diterapkan

Pembahasan yang paling menarik dalam penelitian ini adalah kendala internal yang dialami para guru, terutama berkaitan dengan usia dan kemauan. Informan 1 secara eksplisit menyebut faktor "guru sepuh" yang

kurang terbuka terhadap teknologi. Informan 2 bahkan lebih tegas menyatakan bahwa kendala utama terletak pada guru itu sendiri.

"Kendalanya itu sebetulnya pada guru saja ya. Mau tidak mau melaksanakan itu. Kemauan gurunya saja. ... alat sudah ada tinggal kemauan saja. Apakah kita mau menggunakan atau memanfaatkan..." (Informan 2, wawancara, 2026)

Pernyataan ini mengindikasikan bahwa motivasi internal dan mindset para guru merupakan faktor utamanya. Namun, terlalu reduksionis jika membatasi masalah hanya pada "kemauan" saja. Kurangnya "kemauan" sering kali disebabkan oleh rendahnya rasa percaya diri dan rasa takut gagal, menurut teori adopsi inovasi (Rogers, 2003). Hanya 34% guru yang pernah mengikuti pelatihan STEM, menurut Septiadevana dkk. (2026). Tanpa pelatihan yang membangun kepercayaan diri, para pendidik akan enggan untuk meninggalkan zona nyaman metode berbasis ceramah. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang disampaikan oleh (Patras dkk., 2024) bahwa peralihan dari pengajaran tradisional ke pengajaran kreatif merupakan proses yang tidak mudah dan memerlukan bantuan berkelanjutan.

Di sisi lain, Informan 3, yang lebih muda (38 tahun), juga belum pernah menerapkan STEM, menunjukkan bahwa usia bukanlah satu-satunya faktor yang memengaruhi kesiapan guru. Saat merancang pembelajaran STEM dari awal, guru terbebani oleh kurangnya model konkret dan perangkat ajar siap pakai yang mudah diakses. Pernyataan Informan 1 bahwa beberapa guru secara tidak sadar telah menerapkan elemen-elemen STEM, namun tidak menyadarinya karena kurangnya pemahaman konseptual yang mendalam mendukung hal ini. Menurut penelitian oleh (Yuniar dkk., 2024), kesiapan guru dalam menerapkan STEM meningkat setelah mengikuti pelatihan, menunjukkan bahwa pelatihan sangat penting untuk meningkatkan kompetensi dan kepercayaan diri guru. Pelatihan tidak hanya mencakup aspek teoritis, tetapi juga praktis.

Menghadapi kendala, guru mengandalkan kreativitas individu. Informan 1 menyatakan solusinya adalah "nyari alternatif lain" dan "guru itu harus kreatif". Meskipun ini menunjukkan bahwa hal tersebut bersifat positif, namun juga mengkhawatirkan karena mengindikasikan kurangnya dukungan sistemik dari sekolah atau dinas pendidikan. Tidak ada satu pun informan yang menyebutkan adanya program pelatihan rutin, pendampingan, atau komunitas belajar guru (KKG) yang secara spesifik membahas implementasi STEM. Menurut penelitian (Sukmana, 2018), metode STEM dapat menjadi alternatif untuk mendorong minat siswa dalam belajar, namun untuk memastikan implementasinya berhasil dan berkelanjutan, diperlukan kerja sama dari berbagai pemangku kepentingan. Infrastruktur dan fasilitas, pelatihan berkelanjutan, serta penguatan komunitas belajar guru merupakan contoh dukungan semacam ini.

Temuan ini kontras dengan saran yang dikemukakan oleh (Nuragnia dkk., 2021), yang menekankan pentingnya fasilitas dan pelatihan teknis. Kreativitas individu umumnya tidak menentu dan tidak berkelanjutan. Jika guru dipaksa untuk "berkreativitas" sendiri tanpa dukungan struktural, mereka akan segera mengalami kelelahan (burnout). Informan 2 memberikan sudut pandang yang sedikit berbeda Dengan menyebutkan adanya kegiatan Kelompok Kerja Guru (KKG) sebagai wadah berbagi, namun demikian, KKG yang dimaksud masih bersifat umum dan tidak secara spesifik membahas implementasi STEM. Pembelajaran STEM low cost dapat menjadi solusi bagi sekolah dengan fasilitas terbatas, menurut penelitian oleh (Kumala dkk., 2023). Namun, hal ini tetap membutuhkan dukungan dari kepala sekolah dan dinas pendidikan melalui kebijakan yang berpihak pada pengembangan profesional guru.

Table 4. Ringkasan Kendala Kesiapan Guru dan Solusi yang Diterapkan

NO	JENIS KENDALA/SOLUSI	DESKRIPSI	SUMBER
1	Kurangnya pelatihan	Guru belum memperoleh pelatihan pembelajaran STEM secara memadai	Informan 1,2,3
2	Factor usia	Sebagian guru senior kurang terbiasa dengan teknologi dan inovasi	Informan 1
3	Motivasi internal	Kemauan dan kesiapan guru memengaruhi implementasi STEM	Informan 2

4	Kurangnya model konkret	Tidak tersedia contoh pembelajaran STEM yang mudah diterapkan	Informan 1, 3
5	Pemahaman parsial	Guru memahami STEM secara konseptual tetapi belum implementatif	Informan 1,2,3
6	Kreativitas individual	Guru mencari alternatif pembelajaran sendiri sebagai solusi	Informan 1
7	Kolaborasi melalui KKG	Berbagi pengalaman dengan guru lain dalam KKG (masih bersifat umum)	Informan 2

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa dua kategori utama yang memengaruhi penerapan STEM adalah faktor internal dan eksternal. Pemahaman, motivasi, dan kesiapan pendagogis guru merupakan contoh faktor internal; sedangkan infrastruktur sekolah, pelatihan profesional, dan dukungan dari komunitas belajar guru merupakan contoh faktor eksternal (Davidi dkk., 2021). Karena ketersediaan fasilitas yang sesuai tidak selalu menjamin penerapan STEM jika pengajar kurang memiliki keterampilan dan kepercayaan diri untuk menggunakannya, maka persiapan guru tampaknya menjadi elemen terpenting di antara kedua hal tersebut. Penelitian (Widiyatmoko & Darmawan, t.t.) juga menunjukkan bahwa implementasi STEM di Indonesia masih didominasi di tingkat SMA, sementara di tingkat SD masih terbatas, yang mengindikasikan perlunya perhatian lebih pada penguatan kapasitas guru di jenjang pendidikan dasar.

Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian (Riski Septiadevana dkk., 2026), yang menemukan bahwa meskipun pandangan guru terhadap STEM sudah sangat positif (94–96% setuju bahwa STEM selaras dengan Kurikulum Merdeka dan dapat menumbuhkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi [HOTS]), partisipasi mereka dalam pelatihan, perancangan kurikulum, dan implementasi masih relatif rendah (hanya 34%). Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi sistemik diperlukan untuk menutup kesenjangan antara penerimaan konseptual dan kesiapan praktis. Pendekatan STEM secara signifikan meningkatkan hasil belajar sains siswa sekolah dasar, menurut penelitian oleh (Hallimah & Supriatna, 2025). Namun, implementasinya memerlukan dukungan berkelanjutan dari berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, kepala sekolah, dan komunitas guru.

Oleh karena itu, sangat penting untuk mendukung implementasi STEM yang efektif di sekolah dasar dengan meningkatkan kompetensi guru melalui pelatihan praktis, penguatan komunitas belajar profesional, serta menyediakan pendampingan implementasi (Nuragnia dkk., 2021; Riski Septiadevana dkk., 2026; Yuniar dkk., 2024). Pelatihan yang efektif harus dirancang secara bertahap dan berkelanjutan, dimulai dengan pengenalan prinsip-prinsip STEM, dilanjutkan dengan praktik perancangan instruksional, dan diakhiri dengan dukungan implementasi di dalam kelas. Selain itu, komponen penting dalam membantu guru menerapkan STEM secara konsisten dan berkelanjutan adalah ketersediaan modul ajar STEM yang kontekstual dan siap pakai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan temuan analisis dan pembahasan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan STEM di sekolah dasar memiliki kendala yang kompleks dan saling terkait. Pertama, pemahaman guru mengenai STEM masih bersifat konseptual dan parsial. Pemahaman ini belum mencapai tingkat operasional yang mendalam, terutama terkait integrasi engineering design process. Kedua, kendala sarana bukan hanya soal kurangnya alat, melainkan lebih pada ketidakmampuan memanfaatkan fasilitas yang sudah ada (seperti Chromebook) dalam desain pembelajaran STEM yang sesungguhnya. Ketiga, motivasi internal (kemauan), yang dipengaruhi oleh rendahnya kepercayaan diri, kurangnya dukungan sistemik, dan kurangnya pelatihan teknis, merupakan hambatan terbesar bagi kesiapan guru. Keempat, implementasi pendidikan STEM bergantung pada kreativitas masing-masing guru karena kurangnya program pendampingan yang terstruktur. Karena hal ini tidak menjamin penerapan pembelajaran yang berkelanjutan dan jangka panjang, keadaan ini menjadi salah satu kendala. Temuan ini menegaskan pentingnya mengubah persepsi guru melalui pelatihan teknis berkelanjutan dan bimbingan praktis, selain ketersediaan sumber daya yang nyata, demi keberhasilan implementasi STEM di sekolah dasar.

Penelitian ini menyarankan perlunya pembentukan komunitas belajar guru (KKG) bertema STEM, penyediaan modul pengajaran STEM yang kontekstual dan praktis, serta program pelatihan berbasis praktik (workshop merancang proyek STEM sederhana). Mengubah “kreativitas individu” menjadi “inovasi kolektif” yang berkelanjutan

memerlukan kerja sama dari pimpinan sekolah dan dinas pendidikan. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena jumlah informan yang terbatas di satu sekolah saja, sehingga generalisasi harus dilakukan dengan hati-hati. Untuk mendukung penerapan STEM, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan action research atau studi multisitus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan dukungan dan berkontribusi dalam penelitian serta penyusunan artikel ini. Apresiasi diberikan kepada para peneliti terdahulu yang karya ilmiahnya menjadi sumber referensi utama dalam kajian literatur, sehingga memungkinkan tersusunnya pemahaman komprehensif mengenai implementasi STEM di Sekolah Dasar. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kepala sekolah dan guru-guru sekolah dasar yang telah bersedia menjadi informan serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan proses observasi dan wawancara. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing atas arahan, masukan, dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan implementasi pembelajaran *Science, Technology, and Mathematics* (STEM) di sekolah dasar.

REFERENCES

- 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>
- Gusmana, I., & Syamzaimar, S. (2025). Strategi Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika SD/MI. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 8(2), 153. <https://doi.org/10.24014/juring.v8i2.36300>
- Hallimah, S., & Supriatna, E. (2025). PENGARUH PENDEKATAN STEM TERHADAP HASIL BELAJAR IPAS SISWA SEKOLAH DASAR. 10.
- Kumala, S. A., Sa'dijah, C., & Hadi, S. (2023a). Implementasi Pembelajaran STEM Low Cost di Sekolah Dasar untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 11(2). <https://doi.org/10.22219/jp2sd.v11i2.25795>
- Kumala, S. A., Sa'dijah, C., & Hadi, S. (2023b). Implementasi Pembelajaran STEM Low Cost di Sekolah Dasar untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 11(2). <https://doi.org/10.22219/jp2sd.v11i2.25795>
- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). IMPLEMENTASI STEM DALAM PEMBELAJARAN ABAD 2.
- Nuragnia, B., -, N., & Usman, H. (2021). PEMBELAJARAN STEAM DI SEKOLAH DASAR: IMPLEMENTASI DAN TANTANGAN. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 6(2), 187–197. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>
- Patras, Y. E., Yolanita, C., Wildan, D. A., & 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). <https://doi.org/10.20961/jkc.v12i2.87662>
- Riski Septiadevana, Safniyeti, S., & Siti Nur Mufida. (2026). Persepsi Guru Sekolah Dasar Mengenai Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM di Kurikulum Merdeka. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 16(1), 198–204. <https://doi.org/10.37630/jpm.v16i1.4125>
- Rofi'ah, S., Patonah, S., & Sukanto, S. (2025). IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN LITERASI DAN NUMERASI SISWA SEKOLAH DASAR. *Jurnal Muara Pendidikan*, 10(1), 53–57. <https://doi.org/10.52060/mp.v10i1.2867>

- Rohmah, U. N., Ansori, Y. Z., & Nahdi, D. S. (2019). *PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS SISWA SEKOLAH DASAR*.
- Sukmana, R. W. (2018). *IMPLEMENTASI PENDEKATAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS) UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SEKOLAH DASAR. 1*.
- Widiyatmoko, A., & Darmawan, M. S. (t.t.). *IMPLEMENTASI STEM PADA PEMBELAJARAN IPA DI INDONESIA: REVIEW ARTIKEL TAHUN 2018-2023*.
- Yulaikah, I., Rahayu, S., & Parlan, P. (2022). Efektivitas Pembelajaran STEM dengan Model PjBL Terhadap Kreativitas dan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 7(6), 223. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i6.15275>
- Yuniar, A. D., Happy, N., & Prayito, M. (2024). *Persepsi, Keyakinan, dan Kesiapan Guru Sekolah Dasar Terhadap Implementasi STEM. 15(1)*.