

STEM Hemat untuk Pembelajaran Bermakna Berbasis Bahan Lokal di Sekolah Dasar dengan Sumber Daya Terbatas

Low-Cost STEM for Meaningful Learning with Local Materials in Resource-Constrained Elementary Schools

Ita Sarmita Samad¹, Ismail², Umiyati Jabri²

¹Universitas Negeri Makassar, Indonesia

²Universitas Muhammadiyah Enrekang, Indonesia

ABSTRAK

Keterbatasan sumber daya tidak seharusnya membatasi kesempatan siswa memperoleh pengalaman belajar STEM yang bermakna. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan STEM hemat berbasis bahan lokal serta keterpaduan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam aktivitas pembelajaran siswa kelas V UPT SDN 6 Pinrang. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus yang melibatkan 27 siswa. Data dikumpulkan melalui observasi, lembar aktivitas, hasil rancangan dan prototipe, dokumentasi, serta refleksi siswa, kemudian dianalisis melalui kondensasi, kategorisasi, penyajian, dan interpretasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan sederhana yang tersedia di lingkungan sekitar dapat digunakan untuk membangun pengalaman STEM melalui tahapan identifikasi masalah, eksplorasi konsep, perancangan solusi, konstruksi, pengujian, evaluasi, dan perbaikan. Integrasi STEM tampak ketika siswa menggunakan konsep sains untuk memahami fenomena, memanfaatkan alat dan bahan, melakukan proses desain teknik, serta menggunakan pengukuran untuk mendukung keputusan. Aktivitas tersebut juga memberi ruang bagi kolaborasi, pemecahan masalah, dan refleksi ilmiah. Penelitian menyimpulkan bahwa STEM hemat berbasis bahan lokal merupakan strategi pedagogis yang praktis dan kontekstual untuk menghadirkan pembelajaran bermakna melalui sumber daya yang mudah dijangkau.

Kata Kunci: Pendidikan STEM; bahan lokal; pembelajaran eksperiensial; desain rekayasa; pembelajaran bermakna

ABSTRACT

Limited resources should not restrict students' opportunities to experience meaningful STEM learning. This study aimed to analyze the implementation of low-cost STEM using local materials and examine the integration of science, technology, engineering, and mathematics in learning activities among fifth-grade students at UPT SDN 6 Pinrang, Indonesia. A qualitative case study design was employed involving 27 students. Data were collected through classroom observations, student activity sheets, designs and prototypes, documentation, and student reflections, and were analyzed through data condensation, categorization, presentation, and interpretation. The findings showed that readily available local materials could support STEM experiences through problem identification, concept exploration, solution design, construction, testing, evaluation, and redesign. STEM integration was evident when students applied scientific concepts to understand phenomena, used tools and materials purposefully, engaged in engineering design processes, and employed measurement to support decision-making. The activities also provided opportunities for collaboration, problem-solving, and scientific reflection. The study concludes that low-cost STEM using local materials offers a practical and contextual pedagogical strategy for creating meaningful learning experiences through accessible resources.

Keywords: STEM education; local materials; experiential learning; engineering design; meaningful learning

ARTICLE HISTORY

Received: 19 August 2025
Revised: 8 September 2025
Accepted: 25 September 2025
Published: 28 November 2025

CORRESPONDING AUTHOR:

Ita Sarmita Samad

Email:

ita.sarmita.samad@unm.ac.id

CITATION:

Samad, I. S., Ismail, I., & Jabri, U. (2025). Low-Cost STEM for Meaningful Learning with Local Materials in Resource-Constrained Elementary Schools. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 6(2), 111–126. <https://doi.org/10.33487/mgr.v6i2.430>

COPYRIGHT:

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License \(CC BY-SA\)](#).



PENDAHULUAN

Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada pendidikan dasar semakin penting karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan dengan persoalan yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. STEM tidak sekadar menghadirkan sains, teknologi, teknik, dan matematika secara berdampingan, tetapi mengintegrasikan beberapa disiplin melalui proses penyelidikan, pemecahan masalah, perancangan, pembuatan, pengujian, serta perbaikan suatu solusi (English, 2016; Kelley & Knowles, 2016). Pada jenjang sekolah dasar, pendekatan tersebut memiliki relevansi kuat karena siswa membutuhkan pengalaman konkret untuk memahami konsep yang masih bersifat abstrak. English dan King (2015) menunjukkan bahwa siswa kelas IV telah mampu terlibat dalam proses desain teknik melalui kegiatan memahami masalah, membuat rancangan, membangun produk, melakukan pengujian, dan memperbaiki desain. Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman STEM dapat diperkenalkan sejak pendidikan dasar selama aktivitas disesuaikan dengan perkembangan kognitif peserta didik.

Pendidikan STEM juga berkontribusi terhadap pembentukan kemampuan yang melampaui penguasaan konsep. Falloon et al. (2020) menempatkan literasi STEM sebagai kemampuan mengintegrasikan pengetahuan disipliner dan menerapkannya dalam berbagai konteks, sedangkan English (2017) menegaskan pentingnya pengalaman STEM sejak sekolah dasar untuk mengembangkan pemecahan masalah, kreativitas, penalaran, dan desain. Aktivitas desain teknik bahkan dapat digunakan sebagai pengorganisasi pembelajaran yang memungkinkan siswa mengintegrasikan sains dan matematika dalam menyelesaikan masalah autentik (Estapa & Tank, 2017). Fan dan Yu (2017) juga menemukan bahwa kurikulum STEM terintegrasi dapat mendukung keterlibatan peserta didik dalam proses desain sekaligus mendorong penggunaan pengetahuan lintas disiplin.

Meskipun memiliki potensi yang besar, implementasi STEM di sekolah tidak berlangsung dalam kondisi sumber daya yang sama. Guru menghadapi tantangan berupa keterbatasan waktu, kesiapan pedagogis, bahan ajar, fasilitas, dukungan kurikulum, dan perangkat pembelajaran. Tinjauan sistematis Margot dan Kettler (2019) menunjukkan bahwa guru umumnya memandang STEM sebagai pendekatan yang autentik dan bermanfaat, tetapi implementasinya sering terkendala oleh persoalan pedagogis, struktural, kurikulum, dan dukungan institusional. Thibaut et al. (2018) menegaskan bahwa pembelajaran STEM terintegrasi membutuhkan perpaduan antara pemecahan masalah, integrasi disiplin, pembelajaran berbasis inkuiri, desain, dan kerja kelompok. Dalam konteks Indonesia, Susanti et al. (2020) juga menunjukkan bahwa kesiapan dan pemahaman guru terhadap implementasi STEM masih memerlukan penguatan. Dengan demikian, keberhasilan STEM bukan hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan guru menerjemahkan prinsip STEM menjadi aktivitas yang realistis sesuai kondisi sekolah.

Permasalahan tersebut menjadi penting ketika pembelajaran STEM dilaksanakan pada sekolah yang tidak memiliki akses luas terhadap laboratorium, kit eksperimen, perangkat digital, atau media pembelajaran yang relatif mahal. STEM sering diasosiasikan dengan robotika, komputer, perangkat sensor, atau teknologi canggih, padahal karakter utama STEM

terletak pada proses berpikir dan pengalaman peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Kelley dan Knowles (2016) menempatkan *engineering design*, penyelidikan ilmiah, pemikiran matematis, dan penggunaan teknologi sebagai unsur yang dapat diintegrasikan melalui berbagai konteks autentik. Martín-Páez et al. (2019) juga menunjukkan bahwa pendidikan STEM lebih ditentukan oleh kualitas integrasi antarbidang serta pengalaman pemecahan masalah daripada kecanggihan perangkat yang digunakan. Perspektif tersebut memberikan dasar bahwa STEM dapat dirancang menggunakan sumber daya sederhana sepanjang proses ilmiah dan desain tetap menjadi pusat aktivitas pembelajaran.

Dalam konteks inilah konsep STEM hemat memperoleh relevansi pedagogis. STEM hemat dalam penelitian ini dipahami sebagai pembelajaran STEM yang menggunakan bahan lokal, benda sehari-hari, material sederhana, maupun barang yang dapat digunakan kembali untuk membangun pengalaman penyelidikan dan desain dengan biaya relatif rendah. Pendekatan ini bukan dimaksudkan sebagai bentuk STEM yang lebih rendah dibandingkan STEM berbasis teknologi maju, tetapi sebagai strategi untuk memperluas kesempatan peserta didik mengalami proses STEM sesuai sumber daya yang tersedia. Pambudi et al. (2018) menunjukkan bahwa barang bekas dapat dikembangkan menjadi alat peraga IPA yang mendukung motivasi dan pemahaman siswa. Rahmat (2021) juga menunjukkan bahwa eksperimen sederhana dengan bahan yang mudah ditemukan dapat digunakan untuk memperkenalkan konsep sains kepada siswa. Temuan Arvianti et al. (2024) lebih lanjut menunjukkan bahwa keterbatasan laboratorium mendorong guru memanfaatkan bahan sederhana, ruang kelas, dan lingkungan sekitar sebagai sumber pengalaman praktikum.

Pemanfaatan bahan sederhana menjadi semakin bermakna ketika dikaitkan dengan pengalaman langsung peserta didik. Saputra et al. (2020) memperlihatkan bahwa lembar kerja berbasis STEM untuk pendidikan dasar dapat dirancang melalui aktivitas konstruksi dan pemecahan masalah. Ilmi et al. (2021) menemukan bahwa pendekatan STEM memberikan pengaruh positif terhadap hasil pembelajaran tematik, sementara Nurcahyo dan Afryaningsih (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berbasis proyek dapat menghubungkan materi IPAS dengan aktivitas praktikum, pemecahan masalah, dan keterampilan proses. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pengalaman STEM tidak harus dimulai dari perangkat yang kompleks. Aktivitas sederhana dapat tetap memiliki karakter STEM apabila siswa dihadapkan pada masalah, diminta merancang solusi, menggunakan bahan, melakukan pengukuran, menguji hasil, dan memperbaiki rancangannya.

Perspektif tersebut relevan dengan pembelajaran siswa kelas V UPT SDN 6 Pinrang, Kabupaten Pinrang, yang menjadi lokus penelitian ini. Pada jenjang kelas V, pembelajaran IPAS memberikan ruang yang luas bagi kegiatan pengamatan, percobaan, pengukuran, pemecahan masalah, dan penerapan konsep pada fenomena kehidupan sehari-hari. Penelitian ini menempatkan persoalan utama pada bagaimana siswa tetap dapat memperoleh pengalaman STEM yang aktif dan bermakna ketika pembelajaran perlu disesuaikan dengan ketersediaan sarana dan bahan yang mudah dijangkau. Dengan demikian, persoalan penelitian tidak diletakkan pada “ketiadaan teknologi” sebagai kelemahan sekolah, tetapi pada belum optimalnya pemanfaatan benda sederhana dan bahan lokal sebagai perangkat untuk membangun proses berpikir STEM secara terintegrasi.

Dalam pembelajaran konvensional, siswa dapat memahami konsep melalui penjelasan guru atau buku, tetapi kesempatan untuk menggunakan konsep tersebut dalam merancang dan menguji solusi belum tentu tersedia secara memadai. Pada konteks kelas V UPT SDN 6 Pinrang, penelitian ini diarahkan untuk menjembatani kebutuhan tersebut dengan menghadirkan aktivitas eksperiensial yang memungkinkan siswa menggunakan bahan lokal atau sederhana seperti botol plastik bekas, kardus, karet gelang, sedotan, kayu atau bambu sederhana, air, tanah, kertas, serta material lain yang mudah diperoleh di sekitar sekolah. Bahan tersebut bukan semata-mata digunakan sebagai media demonstrasi, melainkan sebagai komponen untuk membangun, menguji, membandingkan, dan memperbaiki solusi terhadap permasalahan sederhana yang diberikan kepada siswa.

Pendekatan semacam ini memiliki keterkaitan dengan *place-based learning*, yang memanfaatkan lingkungan tempat peserta didik hidup sebagai sumber pengetahuan dan konteks pemecahan masalah. Jones (2025) menunjukkan bahwa pendidikan STEM pada sekolah rural dapat dikembangkan melalui integrasi mata pelajaran, ekosistem lokal, pertanian, dan sumber daya komunitas. Mercier et al. (2025) juga menunjukkan bahwa proyek STEM berbasis tempat dapat memperkuat keterlibatan, *agency*, dan hubungan peserta didik dengan komunitas serta lingkungannya. Dengan demikian, bahan lokal tidak semata-mata berfungsi sebagai substitusi terhadap media yang mahal, tetapi dapat memperkuat keterhubungan pembelajaran dengan pengalaman nyata siswa.

Hubungan STEM dengan lingkungan dan budaya lokal juga telah berkembang pada penelitian di Indonesia. Sumadi dan Setyawan (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran sains berbasis STEM yang diintegrasikan dengan kearifan lokal dapat meningkatkan relevansi materi dengan pengalaman peserta didik. Mimah dan Hadi (2025) menggunakan fermentasi tempe sebagai konteks STEM sederhana untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, sedangkan Pada et al. (2025) menunjukkan bahwa integrasi etno-STEM dalam pembelajaran dapat berkontribusi terhadap kesadaran lingkungan siswa. Penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan bahwa sumber daya lokal memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai bahan aktivitas STEM sekaligus konteks yang memungkinkan siswa memahami bahwa sains dan teknologi hadir dalam kehidupan sehari-hari.

Namun demikian, penggunaan bahan murah atau barang bekas belum otomatis menjadikan suatu aktivitas sebagai pembelajaran STEM. Aktivitas membuat produk dari kardus atau botol plastik, misalnya, dapat berhenti pada kegiatan kerajinan apabila tidak disertai persoalan yang perlu dipecahkan, konsep sains yang dianalisis, proses desain teknik, penggunaan teknologi sebagai alat atau proses, serta pengukuran matematis. English (2016) menegaskan bahwa integrasi STEM perlu memperlihatkan keterhubungan yang jelas antarbidang. Thibaut et al. (2018) juga menunjukkan bahwa pembelajaran STEM perlu memuat pemecahan masalah, inkuiri, desain, integrasi konten, dan kerja kelompok. Karena itu, konsep STEM hemat dalam penelitian ini tidak didefinisikan berdasarkan murahness bahan semata, tetapi berdasarkan kualitas proses STEM yang berlangsung menggunakan sumber daya yang terjangkau.

Secara praktis, kegiatan dapat dikembangkan melalui masalah sederhana seperti merancang alat penyaring air, membuat konstruksi jembatan dari material yang mudah diperoleh, mengembangkan alat pengukur atau model sederhana, merancang wadah yang mampu

melindungi objek tertentu, atau menyelesaikan permasalahan lingkungan menggunakan bahan yang tersedia. Dalam aktivitas seperti ini, unsur science muncul ketika siswa memahami sifat bahan atau fenomena yang digunakan; technology hadir melalui pemanfaatan alat dan proses; engineering diwujudkan melalui perancangan, pembuatan, pengujian, dan perbaikan; sedangkan mathematics digunakan ketika siswa mengukur panjang, volume, waktu, berat, jumlah, atau membandingkan hasil. Pembelajaran menjadi bermakna ketika keempat unsur tersebut digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang dapat dipahami siswa.

State of the art menunjukkan bahwa penelitian STEM telah berkembang dari pembahasan mengenai definisi dan integrasi disiplin menuju desain teknik, literasi STEM, pembelajaran berbasis proyek, kesiapan guru, serta pembelajaran berbasis konteks lokal (Kelley & Knowles, 2016; Martín-Páez et al., 2019; Falloon et al., 2020). Pada pendidikan dasar di Indonesia, penelitian juga telah mengembangkan LKPD STEM, bahan ajar STEM-PjBL, media sederhana, pendekatan terhadap hasil belajar, dan integrasi budaya lokal (Pambudi et al., 2018; Saputra et al., 2020; Ilmi et al., 2021; Sumadi & Setyawan, 2024). Meskipun demikian, perhatian terhadap desain pengalaman STEM yang secara sengaja dibangun dari keterbatasan sumber daya dan mengoptimalkan material yang tersedia langsung di sekitar siswa masih memerlukan pengembangan lebih lanjut.

Kesenjangan penelitian terlihat pada dua kecenderungan. Pertama, penelitian STEM banyak menekankan integrasi disiplin, proyek, dan desain teknik, tetapi aspek keterjangkauan material belum selalu menjadi perhatian utama. Kedua, penelitian mengenai barang bekas dan eksperimen sederhana telah memperlihatkan manfaat pedagogis, tetapi aktivitas tersebut belum selalu dikembangkan dalam siklus STEM yang utuh (Pambudi et al., 2018; Rahmat, 2021; Arvianti et al., 2024). Kondisi ini relevan bagi kelas V UPT SDN 6 Pinrang karena diperlukan pembelajaran yang tidak hanya menggunakan bahan murah, tetapi tetap memberikan pengalaman mengidentifikasi masalah, melakukan penyelidikan, merancang, membuat, mengukur, menguji, dan memperbaiki hasil.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan STEM hemat berbasis bahan lokal sebagai pengalaman belajar yang mempertahankan siklus desain STEM secara utuh. Material yang mudah dijangkau digunakan dalam tahapan identifikasi masalah, eksplorasi konsep, perancangan solusi, pemilihan bahan, konstruksi prototipe, pengujian, pengukuran, evaluasi, dan perbaikan desain. Dengan demikian, keterbatasan sumber daya tidak dipandang sebagai hambatan yang harus diselesaikan sebelum STEM dapat dilaksanakan, melainkan sebagai konteks yang mendorong kreativitas, efisiensi, pemecahan masalah, dan pemanfaatan lingkungan secara produktif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan STEM hemat berbasis bahan lokal dalam membangun pembelajaran bermakna pada siswa kelas V UPT SDN 6 Pinrang. Secara khusus, penelitian diarahkan untuk mengidentifikasi bahan lokal dan material sederhana yang dapat digunakan dalam aktivitas STEM, menganalisis keterpaduan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika selama proses perancangan dan pengujian, serta mengkaji keterlibatan dan pengalaman belajar siswa dalam menyelesaikan permasalahan melalui proyek sederhana. Penelitian diharapkan memberikan alternatif

pedagogis yang praktis bagi guru untuk menghadirkan pembelajaran STEM yang autentik dan terjangkau sekaligus menunjukkan bahwa kualitas pengalaman STEM lebih ditentukan oleh kedalaman proses berpikir, eksplorasi, dan desain daripada mahalnnya teknologi yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus untuk memahami secara mendalam penerapan STEM hemat berbasis bahan lokal dalam pembelajaran siswa kelas V. Desain ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada hasil akhir kegiatan, tetapi juga pada proses siswa ketika mengenali masalah, mengeksplorasi konsep, merancang solusi, memilih bahan, membangun produk sederhana, melakukan pengujian, dan merefleksikan hasil. Pembelajaran dirancang dalam konteks kelas yang alami sehingga pengalaman siswa selama mengikuti aktivitas STEM dapat diamati secara utuh.

Lokasi dan Partisipan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di UPT SDN 6 Pinrang, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan. Partisipan utama adalah 27 siswa kelas V yang mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran. Pemilihan kelas dilakukan secara purposif karena materi pembelajaran pada jenjang tersebut memungkinkan integrasi konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika melalui aktivitas kontekstual. Guru kelas berperan sebagai mitra dalam pelaksanaan pembelajaran dan memberikan informasi pendukung mengenai keterlibatan serta respons siswa selama kegiatan.

Perancangan Aktivitas STEM Hemat

Aktivitas pembelajaran dirancang dengan memanfaatkan bahan lokal, benda sehari-hari, dan material yang mudah diperoleh di sekitar sekolah. Pemilihan bahan mempertimbangkan tiga prinsip, yaitu mudah ditemukan, aman digunakan oleh siswa, dan memungkinkan berlangsungnya proses penyelidikan serta desain. Material seperti botol plastik bekas, kardus, sedotan, karet gelang, kertas, air, tanah, kayu atau bambu sederhana digunakan sesuai kebutuhan proyek.

Pembelajaran mengikuti siklus STEM yang terdiri atas lima tahap. Pertama, siswa dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang dekat dengan kehidupan mereka. Kedua, siswa mengeksplorasi konsep sains yang berkaitan dengan permasalahan tersebut. Ketiga, siswa bekerja dalam kelompok untuk menyusun rancangan solusi dan menentukan bahan yang digunakan. Keempat, siswa membangun prototipe sederhana, melakukan pengukuran dan pengujian, kemudian memperbaiki rancangan berdasarkan hasil pengujian. Kelima, siswa mempresentasikan produk dan merefleksikan hubungan antara proses yang dilakukan dengan konsep STEM yang dipelajari. Guru bertindak sebagai fasilitator dengan memberikan pertanyaan pemantik dan bantuan seperlunya tanpa mengambil alih proses pemecahan masalah siswa.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi pembelajaran, lembar aktivitas siswa, hasil rancangan dan prototipe, dokumentasi, serta refleksi siswa. Observasi digunakan untuk mencatat keterlibatan siswa, kerja sama, penggunaan konsep, pengambilan keputusan, kegiatan pengukuran, pengujian, dan perbaikan desain. Lembar aktivitas siswa digunakan untuk merekam identifikasi masalah, rancangan awal, bahan yang dipilih, hasil pengujian, perubahan desain, dan kesimpulan. Produk atau prototipe siswa dianalisis sebagai bukti penerapan proses desain teknik. Refleksi dilakukan pada akhir pembelajaran melalui pertanyaan terbuka mengenai pengalaman siswa, kesulitan yang dihadapi, perubahan rancangan, serta konsep yang mereka pahami setelah menyelesaikan aktivitas. Dokumentasi berupa foto kegiatan, catatan lapangan, dan hasil kerja siswa digunakan untuk melengkapi serta mengonfirmasi data observasi.

Analisis Data

Analisis dilakukan secara berkelanjutan melalui kondensasi data, pengelompokan, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Data terlebih dahulu dikodekan berdasarkan empat komponen STEM, yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Analisis selanjutnya diarahkan pada pola keterlibatan siswa dalam mengidentifikasi masalah, merancang, membuat, mengukur, menguji, memperbaiki, dan menjelaskan hasil. Data refleksi digunakan untuk menelaah kebermaknaan pembelajaran, terutama kemampuan siswa menghubungkan aktivitas yang dilakukan dengan konsep dan pengalaman sehari-hari. Temuan dari berbagai sumber kemudian dibandingkan untuk memperoleh interpretasi yang konsisten.

HASIL PENELITIAN

Pemanfaatan Bahan Lokal sebagai Sumber Belajar STEM

Tahap awal pembelajaran menunjukkan bahwa benda yang sebelumnya dipandang sebagai material biasa dapat memperoleh fungsi baru ketika digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pembelajaran. Siswa mengenali berbagai bahan yang tersedia di lingkungan sekolah dan rumah, seperti botol plastik bekas, kardus, kertas, sedotan, karet gelang, potongan kayu atau bambu, air, tanah, serta material sederhana lainnya. Pemilihan bahan tidak hanya didasarkan pada kemudahan memperolehnya, tetapi mulai mempertimbangkan fungsi, kekuatan, ukuran, bentuk, dan kesesuaiannya dengan rancangan yang dibuat.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa konsep STEM hemat tidak identik dengan penggunaan barang murah semata. Nilai pedagogis bahan muncul ketika siswa harus menentukan mengapa suatu bahan dipilih, bagaimana bahan digunakan, serta apakah bahan tersebut mampu menjalankan fungsi yang direncanakan. Proses ini mendorong siswa melihat material di lingkungan sekitar sebagai sumber daya yang dapat dieksplorasi secara ilmiah.

Tabel 1. Pemanfaatan Bahan Sederhana dalam Aktivitas STEM

Sumber daya	Pertimbangan siswa	Potensi aktivitas STEM
Botol plastik	Bentuk, ukuran, dapat dipotong dan digunakan kembali	Wadah, struktur, model, atau komponen prototipe
Kardus/kertas	Ringan, mudah dibentuk dan disambungkan	Perancangan bentuk dan konstruksi

Sedotan/karet gelang	Fleksibel dan mudah dikombinasikan	Sambungan, penggerak, atau struktur sederhana
Kayu/bambu sederhana	Relatif kuat dan dapat menopang beban	Struktur dan konstruksi
Air/tanah/bahan alam	Memiliki karakteristik yang dapat diamati	Eksperimen, pengujian, dan perbandingan

Tabel tersebut menunjukkan bahwa lingkungan sekitar menyediakan material yang cukup beragam untuk mengembangkan pengalaman STEM. Hal yang lebih penting adalah bagaimana guru mengubah bahan tersebut menjadi bagian dari aktivitas penyelidikan dan desain.

Keterpaduan Komponen STEM dalam Aktivitas Pembelajaran

Hasil analisis memperlihatkan bahwa empat komponen STEM muncul secara saling berhubungan selama proses pembelajaran. Unsur science terlihat ketika siswa mengamati karakteristik bahan, mendiskusikan penyebab suatu fenomena, dan menggunakan konsep sains untuk menjelaskan hasil pengujian. Unsur technology muncul melalui pemanfaatan alat, bahan, dan teknik sederhana yang membantu siswa mewujudkan rancangan. Teknologi dalam kegiatan ini tidak selalu berupa perangkat digital, tetapi mencakup alat dan proses yang digunakan untuk menyelesaikan kebutuhan tertentu.

Komponen engineering menjadi bagian yang paling terlihat selama siswa mengubah gagasan menjadi rancangan. Siswa menentukan bentuk, memilih bahan, menyusun prototipe, menguji hasil, menemukan kelemahan, kemudian melakukan penyesuaian. Sementara itu, unsur mathematics muncul melalui aktivitas mengukur, membandingkan ukuran, menentukan jumlah bahan, memperkirakan proporsi, mencatat hasil pengujian, dan membandingkan performa rancangan.

Tabel 2. Manifestasi Komponen STEM dalam Aktivitas Siswa

Komponen	Aktivitas yang teridentifikasi	Makna pembelajaran
Science	Mengamati sifat bahan dan menjelaskan fenomena	Menggunakan konsep untuk memahami masalah
Technology	Menggunakan alat dan teknik sederhana	Memanfaatkan sumber daya untuk kebutuhan tertentu
Engineering	Merancang, membuat, menguji, dan memperbaiki	Mengembangkan solusi melalui proses desain
Mathematics	Mengukur, menghitung, membandingkan, dan mencatat	Menggunakan data untuk mendukung keputusan

Keterpaduan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran STEM tidak berlangsung sebagai empat mata pelajaran yang terpisah. Keempatnya digunakan secara fungsional untuk menyelesaikan satu permasalahan yang sama.

Proses Perancangan, Pengujian, dan Perbaikan

Salah satu temuan penting penelitian terlihat pada perubahan cara siswa memandang hasil rancangan. Pada awal aktivitas, perhatian siswa cenderung tertuju pada upaya menyelesaikan produk. Setelah dilakukan pengujian, siswa mulai memahami bahwa rancangan pertama belum tentu menjadi rancangan terbaik. Hasil pengujian memberikan informasi mengenai bagian yang berfungsi dengan baik maupun bagian yang masih perlu diperbaiki.

Proses tersebut menghasilkan pola pembelajaran berupa masalah → rancangan awal → konstruksi → pengujian → identifikasi kelemahan → perbaikan rancangan. Ketika rancangan tidak berfungsi sebagaimana yang diharapkan, kondisi tersebut tidak langsung diperlakukan sebagai kegagalan. Guru mendorong siswa mengidentifikasi penyebab dan menentukan perubahan yang dapat dilakukan.

Pola ini memperlihatkan pergeseran penting dari pembelajaran yang berorientasi pada “produk jadi” menuju pembelajaran yang menekankan proses berpikir dan perbaikan berdasarkan bukti. Siswa memperoleh pengalaman bahwa solusi dapat dikembangkan melalui percobaan, pengamatan, dan revisi.

Keterlibatan Siswa dalam Pemecahan Masalah

Pembelajaran dalam kelompok memberi ruang bagi siswa untuk menyampaikan gagasan, membandingkan alternatif, memilih bahan, membagi tugas, serta mengambil keputusan bersama. Perbedaan gagasan yang muncul selama kegiatan menjadi bagian dari proses pemecahan masalah. Siswa tidak hanya mengikuti instruksi guru, tetapi memperoleh kesempatan untuk mempertimbangkan beberapa alternatif sebelum menentukan rancangan yang digunakan.

Keterlibatan tersebut terutama tampak ketika siswa harus menjawab pertanyaan praktis seperti bahan mana yang lebih sesuai, bagian mana yang perlu diperkuat, mengapa rancangan belum bekerja, dan perubahan apa yang perlu dilakukan setelah pengujian. Pertanyaan semacam ini membantu pembelajaran bergerak dari aktivitas membuat benda menuju aktivitas bernalar mengenai benda yang dibuat.

Guru berperan sebagai fasilitator dengan menggunakan pertanyaan pemantik daripada langsung memberikan solusi. Pola tersebut memberi kesempatan kepada siswa untuk mempertahankan gagasan, menguji keputusan, serta memperbaiki pemikirannya berdasarkan hasil yang mereka amati sendiri.

Pembentukan Pembelajaran yang Bermakna

Refleksi terhadap proses pembelajaran menunjukkan bahwa kebermaknaan aktivitas STEM terutama terbentuk ketika siswa dapat menghubungkan konsep dengan benda dan pengalaman yang telah mereka kenal. Material sederhana membuat kegiatan lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga konsep tidak hanya hadir dalam bentuk penjelasan di buku. Hubungan antara pengalaman konkret dan konsep ilmiah dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur pembelajaran STEM hemat dari pemanfaatan bahan lokal hingga refleksi ilmiah.

Alur tersebut memperlihatkan bahwa bahan lokal berfungsi sebagai titik masuk menuju proses berpikir yang lebih kompleks. Siswa tidak berhenti pada kemampuan mengenali atau

menggunakan material, tetapi diarahkan untuk memahami alasan pemilihan bahan, menghubungkan hasil pengujian dengan konsep, serta menjelaskan perubahan yang diperlukan pada rancangan.

Pola Implementasi STEM Hemat Berbasis Bahan Lokal

Berdasarkan keseluruhan temuan, penerapan STEM hemat pada kelas V UPT SDN 6 Pinrang dapat dirumuskan dalam lima tahapan praktis.

Tabel 3. Pola Implementasi STEM Hemat Berbasis Bahan Lokal

Tahap	Aktivitas utama	Peran siswa
Identifikasi masalah	Memahami persoalan kontekstual	Mengemukakan masalah dan kebutuhan
Eksplorasi	Mengamati bahan dan konsep terkait	Mengidentifikasi karakteristik serta alternatif bahan
Perancangan	Menentukan solusi dan membuat rancangan	Menggambar, memilih bahan, dan menentukan langkah kerja
Konstruksi dan pengujian	Membuat dan menguji prototipe	Mengukur, mengamati, dan mencatat hasil
Evaluasi dan perbaikan	Menganalisis kelemahan dan memperbaiki desain	Membandingkan hasil serta merevisi rancangan

Temuan ini memperlihatkan bahwa STEM hemat tidak menurunkan substansi STEM menjadi aktivitas kerajinan berbahan murah. Faktor penentunya adalah keberadaan masalah, keterpaduan konsep, aktivitas desain, pengukuran, pengujian, dan perbaikan. Bahan lokal justru memberikan kondisi yang memungkinkan siswa bereksperimen secara lebih leluasa karena material mudah ditemukan, dapat dimodifikasi, dan dekat dengan pengalaman mereka.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan STEM hemat berbasis bahan lokal pada 27 siswa kelas V UPT SDN 6 Pinrang membentuk pengalaman belajar melalui tiga proses yang saling berhubungan, yaitu memanfaatkan sumber daya yang tersedia, mengintegrasikan pengetahuan STEM untuk menyelesaikan masalah, dan memperbaiki solusi berdasarkan hasil pengujian. Temuan ini menempatkan keterbatasan sumber daya bukan sebagai pusat permasalahan, melainkan sebagai konteks pedagogis yang dapat digunakan untuk menumbuhkan kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, dan pemikiran berbasis bukti.

PEMBAHASAN

Bahan Lokal sebagai Sumber Belajar STEM yang Kontekstual

Temuan penelitian menunjukkan bahwa bahan sederhana yang tersedia di lingkungan siswa dapat berfungsi sebagai sumber belajar STEM ketika penggunaannya diarahkan pada proses penyelidikan dan pemecahan masalah. Botol plastik, kardus, sedotan, karet gelang, potongan kayu atau bambu, air, tanah, dan material lain yang mudah diperoleh tidak hanya berfungsi sebagai pengganti media pembelajaran yang lebih mahal, tetapi menjadi objek yang memungkinkan siswa mengamati sifat bahan, membuat keputusan, membangun rancangan, dan menguji solusi. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa kualitas pembelajaran STEM tidak ditentukan oleh tingkat kecanggihan teknologi, melainkan oleh bagaimana pengalaman belajar menghubungkan pengetahuan STEM dengan konteks autentik (Kelley & Knowles, 2016; English, 2016).

Kelley dan Knowles (2016) menjelaskan bahwa STEM terintegrasi memperoleh makna ketika pembelajaran ditempatkan dalam konteks nyata melalui hubungan antara *scientific inquiry*,

engineering design, technological literacy, dan mathematical thinking. Dalam penelitian ini, konteks tersebut muncul dari material yang telah dikenal siswa dalam kehidupan sehari-hari. Kedekatan material dengan pengalaman siswa membuat pembelajaran tidak dimulai dari benda atau teknologi yang asing, tetapi dari sumber daya yang secara konkret dapat diamati, disentuh, dimodifikasi, dan diuji. Karakter tersebut penting pada pembelajaran kelas V karena konsep tidak hanya disampaikan secara verbal, tetapi dialami melalui interaksi langsung dengan objek.

Temuan ini sejalan dengan Rahmat (2021), yang menunjukkan bahwa eksperimen sains dapat dilaksanakan menggunakan bahan sederhana yang tersedia dalam kehidupan sehari-hari dan tetap mampu memberikan penjelasan ilmiah terhadap fenomena yang diamati. Pambudi et al. (2018) juga memperlihatkan bahwa barang bekas dapat dikembangkan menjadi alat peraga IPA untuk memberikan pengalaman yang lebih konkret kepada siswa. Namun, penelitian ini memperluas fungsi bahan sederhana tersebut. Bahan lokal tidak hanya digunakan untuk memperagakan suatu konsep yang telah ditentukan guru, tetapi menjadi bagian dari proses desain yang mengharuskan siswa menentukan pilihan, mempertimbangkan fungsi, melakukan pengujian, dan memperbaiki hasil. Dengan demikian, nilai bahan lokal terletak pada proses berpikir yang dibangun melalui penggunaannya.

Integrasi Komponen STEM dalam Pemecahan Masalah

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sains, teknologi, teknik, dan matematika tidak muncul sebagai empat aktivitas yang berdiri sendiri. Keempat komponen digunakan secara fungsional ketika siswa menghadapi permasalahan yang sama. Sains menyediakan dasar untuk memahami sifat bahan dan fenomena; teknologi muncul melalui penggunaan alat, material, dan prosedur; teknik tampak pada proses merancang, membangun, menguji, dan memperbaiki; sementara matematika digunakan untuk mengukur, menghitung, membandingkan, dan mengevaluasi hasil.

Pola tersebut sejalan dengan konsep *integrated STEM* yang menempatkan keterhubungan antardisiplin sebagai karakter utama pembelajaran STEM (English, 2016). English menegaskan bahwa pembelajaran tidak cukup disebut STEM apabila hanya menggunakan istilah STEM sementara aktivitasnya didominasi satu disiplin. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi dapat dibangun melalui persoalan sederhana selama persoalan tersebut mengharuskan siswa menggunakan lebih dari satu bentuk pengetahuan untuk menghasilkan solusi.

Temuan tersebut juga relevan dengan penelitian Estapa dan Tank (2017), yang menunjukkan bahwa *engineering design challenge* dapat menjadi konteks untuk mengintegrasikan berbagai komponen STEM pada pembelajaran tingkat dasar. Namun, penelitian tersebut juga mengingatkan bahwa mempertahankan integrasi STEM selama pelaksanaan pembelajaran merupakan tantangan bagi guru. Hal ini penting bagi implementasi STEM hemat di UPT SDN 6 Pinrang. Penggunaan kardus, botol plastik, atau bambu belum otomatis mencerminkan pembelajaran STEM apabila aktivitas hanya berhenti pada proses membuat produk. Guru perlu memastikan bahwa siswa memahami konsep ilmiah, menggunakan pengukuran, mempertimbangkan fungsi bahan, menguji rancangan, serta menjelaskan alasan atas keputusan yang dibuat.

Temuan penelitian juga memiliki kesesuaian dengan Saputra et al. (2020), yang menunjukkan bahwa aktivitas STEM pada jenjang dasar dapat dikembangkan melalui kegiatan konstruksi dan pemecahan masalah. Sementara itu, Nurcahyo dan Afryaningsih (2024) menunjukkan bahwa STEM-PjBL pada pembelajaran IPAS dapat memberi ruang bagi proses pemecahan masalah, praktikum, proyek, dan pengembangan keterampilan proses. Kesamaan tersebut

memperkuat argumentasi bahwa pengalaman STEM yang bermakna tidak memerlukan aktivitas yang terlalu kompleks. Persoalan sederhana dapat menghasilkan proses berpikir yang kaya apabila dirancang untuk mengintegrasikan konsep dan tindakan.

Pengujian dan Perbaikan sebagai Inti Proses Desain

Temuan yang penting dalam penelitian ini adalah munculnya proses iteratif ketika siswa menguji dan memperbaiki rancangan. Rancangan awal tidak diposisikan sebagai produk yang harus langsung berhasil. Sebaliknya, hasil pengujian menjadi sumber informasi untuk mengenali kelemahan dan menentukan perubahan yang diperlukan. Pola merancang–membuat–menguji–mengevaluasi–memperbaiki menunjukkan bahwa aktivitas siswa telah bergerak melampaui kegiatan membuat benda menuju proses *engineering design*.

English dan King (2015) mengidentifikasi lima proses penting dalam desain teknik pada siswa sekolah dasar, yaitu *problem scoping*, *idea generation*, *design and construction*, *design evaluation*, dan *redesign*. Pola tersebut memiliki kesesuaian dengan temuan penelitian ini, terutama ketika siswa menggunakan hasil pengujian untuk menentukan bagian rancangan yang perlu diubah. Dengan demikian, proses perbaikan bukan sekadar tahap tambahan setelah produk selesai, melainkan bagian penting dari pembelajaran.

Secara pedagogis, proses ini memberikan pengalaman bahwa hasil yang belum sesuai harapan bukan akhir dari aktivitas belajar. Ketika rancangan tidak bekerja sebagaimana direncanakan, siswa memperoleh kesempatan untuk mengidentifikasi penyebab, mendiskusikan alternatif, dan mencoba kembali. Pengalaman tersebut penting karena membangun cara berpikir berbasis bukti: keputusan untuk mengubah rancangan tidak hanya didasarkan pada dugaan, tetapi pada apa yang ditemukan selama pengujian.

Temuan ini memperjelas posisi guru dalam pembelajaran STEM. Guru tidak perlu segera memperbaiki kesalahan siswa atau memberikan bentuk produk yang harus ditiru. Pertanyaan seperti *mengapa bagian ini tidak bekerja*, *bahan apa yang dapat menggantikannya*, atau *bagaimana mengetahui bahwa rancangan kedua lebih baik* justru lebih produktif karena mendorong siswa melakukan evaluasi. Pola fasilitasi tersebut konsisten dengan karakter pembelajaran STEM yang menempatkan siswa sebagai pemecah masalah dan guru sebagai pemberi *scaffolding* (English & King, 2015; Estapa & Tank, 2017).

Pengalaman Konkret dan Pembentukan Pembelajaran Bermakna

Kedekatan antara aktivitas STEM dan pengalaman sehari-hari menjadi salah satu alasan pembelajaran memiliki makna bagi siswa. Hasil penelitian menunjukkan adanya alur dari bahan di lingkungan sekitar menuju permasalahan kontekstual, eksplorasi konsep, perancangan solusi, pembuatan dan pengujian, perbaikan, serta refleksi ilmiah. Alur tersebut memperlihatkan bahwa pembentukan konsep berlangsung melalui interaksi antara pengalaman konkret dan proses berpikir.

Temuan ini mendukung kerangka STEM literacy dari Falloon et al. (2020), yang tidak membatasi literasi STEM pada penguasaan informasi disipliner, tetapi juga menekankan kemampuan menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan disposisi dalam situasi yang relevan. Dalam penelitian ini, siswa tidak hanya diminta mengetahui karakteristik suatu bahan, tetapi menggunakan pengetahuan tersebut untuk menentukan apakah bahan sesuai untuk kebutuhan tertentu. Matematika tidak berhenti pada perhitungan, tetapi menjadi alat untuk membandingkan hasil. Demikian pula, konsep sains memperoleh fungsi ketika digunakan untuk menjelaskan mengapa suatu rancangan berhasil atau perlu diperbaiki.

Hasil penelitian Ilmi et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan STEM pada siswa kelas V memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar tematik. Meskipun penelitian ini tidak

dirancang untuk menguji peningkatan hasil belajar secara kuantitatif, pola keterlibatan yang ditemukan memberikan penjelasan proses mengenai bagaimana pembelajaran STEM dapat mendukung pemahaman: siswa memperoleh kesempatan untuk menerapkan konsep dalam situasi konkret, bukan hanya mengingatnya. Oleh karena itu, temuan penelitian ini tidak dapat digunakan untuk menyatakan efektivitas STEM hemat secara statistik, tetapi menunjukkan mekanisme pembelajaran yang berpotensi mendukung terbentuknya pemahaman yang lebih kontekstual.

Penggunaan material sederhana juga mengurangi jarak antara kegiatan sekolah dan kehidupan siswa. Benda yang biasanya dianggap tidak memiliki nilai pembelajaran dapat berubah menjadi sumber eksplorasi. Hal ini memberi pesan pedagogis bahwa sains, matematika, teknologi, dan teknik bukan sesuatu yang hanya ditemukan di laboratorium, tetapi terdapat dalam keputusan-keputusan sederhana di sekitar kehidupan siswa.

Keterlibatan Siswa dalam Kolaborasi dan Pengambilan Keputusan

Proses kerja kelompok dalam penelitian menunjukkan bahwa STEM hemat menyediakan ruang bagi siswa untuk bernegosiasi tentang gagasan, memilih bahan, membagi pekerjaan, serta mempertimbangkan alternatif solusi. Keterlibatan tersebut penting karena pemecahan masalah STEM pada dasarnya tidak hanya membutuhkan pengetahuan individu, tetapi juga kemampuan mengomunikasikan ide dan menggunakan berbagai perspektif.

Falloon et al. (2020) menempatkan kolaborasi, kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, dan penerapan pengetahuan sebagai bagian yang berhubungan dengan perkembangan literasi STEM. Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa kualitas keterlibatan siswa muncul terutama ketika keputusan tidak seluruhnya telah ditentukan oleh guru. Ketika terdapat lebih dari satu kemungkinan bahan atau bentuk rancangan, siswa memiliki alasan untuk berdiskusi dan mempertahankan pilihannya.

Temuan tersebut sekaligus menguatkan hasil Margot dan Kettler (2019) bahwa STEM dipersepsikan guru sebagai pembelajaran yang menarik dan autentik, meskipun implementasinya menghadapi tantangan pedagogis dan struktural. Pada konteks penelitian ini, penyederhanaan material dapat menjadi salah satu strategi praktis untuk mengurangi hambatan implementasi. Namun, kesiapan guru tetap menentukan apakah material sederhana benar-benar menghasilkan proses STEM atau hanya menjadi kegiatan membuat produk. Susanti et al. (2020) juga menunjukkan bahwa pemahaman guru mengenai implementasi STEM merupakan aspek penting yang perlu diperkuat pada pendidikan dasar.

STEM Hemat sebagai Strategi Pedagogis yang Adaptif

Temuan penelitian memberikan makna yang lebih luas terhadap istilah STEM hemat. STEM hemat bukan STEM dengan kualitas yang dikurangi karena keterbatasan fasilitas, melainkan strategi adaptif yang mempertahankan prinsip inti STEM melalui penggunaan sumber daya yang tersedia. Penghematan terletak pada material dan perangkat, bukan pada kualitas proses berpikir yang diberikan kepada siswa. Aktivitas tetap harus memuat masalah autentik, eksplorasi konsep, desain, konstruksi, pengukuran, pengujian, evaluasi, dan perbaikan.

Implikasi praktisnya adalah bahwa guru tidak perlu menunggu tersedianya laboratorium lengkap atau teknologi digital yang kompleks untuk memulai pengalaman STEM. Pembelajaran dapat dimulai dari pertanyaan sederhana mengenai masalah di sekitar sekolah, kemudian menentukan material yang tersedia dan mengembangkan tantangan desain yang sesuai dengan konsep IPAS. Dalam konteks ini, keterbatasan sumber daya justru dapat mendorong siswa mempertimbangkan efisiensi penggunaan bahan, kreativitas, dan alternatif solusi.

Meskipun demikian, temuan penelitian perlu dipahami dalam batas desain penelitian. Kajian dilakukan pada 27 siswa dalam satu kelas di UPT SDN 6 Pinrang menggunakan pendekatan kualitatif, sehingga penelitian tidak dimaksudkan untuk membuktikan bahwa STEM hemat lebih efektif dibandingkan pendekatan pembelajaran lain. Tidak adanya kelompok pembanding dan pengukuran kuantitatif sebelum dan sesudah pembelajaran juga membatasi kesimpulan mengenai peningkatan hasil belajar. Kontribusi utama penelitian terletak pada pengungkapan bagaimana bahan lokal dapat diorganisasi menjadi pengalaman STEM yang terintegrasi dan bagaimana proses desain, pengujian, serta refleksi berlangsung dalam kondisi sumber daya yang sederhana.

Dengan demikian, hasil penelitian memperluas kajian sebelumnya yang umumnya membahas perangkat STEM, bahan ajar, eksperimen sederhana, atau penggunaan barang bekas secara terpisah. Penelitian ini menunjukkan bahwa keterjangkauan material dapat dipadukan dengan siklus STEM yang utuh. Bahan lokal menjadi bernilai bukan karena murah atau mudah ditemukan, melainkan karena mampu menghubungkan pengalaman konkret siswa dengan aktivitas ilmiah, pengambilan keputusan, desain teknik, pengukuran, pengujian, dan refleksi. Pada titik inilah STEM hemat dapat dipahami sebagai pembelajaran yang sederhana dari sisi sumber daya, tetapi kaya dari sisi pengalaman berpikir.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan STEM hemat berbasis bahan lokal pada 27 siswa kelas V UPT SDN 6 Pinrang dapat dikembangkan melalui pemanfaatan material sederhana yang tersedia di lingkungan sekolah dan kehidupan sehari-hari. Bahan seperti botol plastik bekas, kardus, kertas, sedotan, karet gelang, kayu atau bambu sederhana, air, tanah, dan material lain memperoleh nilai pedagogis ketika digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual. Integrasi STEM berlangsung secara terpadu: unsur *science* muncul ketika siswa mengamati sifat bahan dan menjelaskan fenomena; *technology* melalui penggunaan alat, bahan, dan prosedur sederhana; *engineering* melalui proses merancang, membuat, menguji, mengevaluasi, dan memperbaiki prototipe; serta *mathematics* melalui kegiatan mengukur, menghitung, membandingkan, dan menggunakan hasil pengukuran untuk mendukung pengambilan keputusan. Dengan demikian, bahan yang sederhana tetap dapat menghasilkan pengalaman STEM yang substantif apabila pembelajaran dirancang melalui proses pemecahan masalah dan desain yang sistematis.

Pembelajaran juga memperlihatkan bahwa keterlibatan siswa berkembang ketika mereka memperoleh ruang untuk mengeksplorasi bahan, mengemukakan gagasan, bekerja sama, menentukan alternatif solusi, melakukan pengujian, dan memperbaiki rancangan berdasarkan hasil yang diperoleh. Pengalaman belajar bergerak melalui alur bahan di lingkungan sekitar, permasalahan kontekstual, eksplorasi konsep, perancangan solusi, pembuatan dan pengujian, perbaikan, serta refleksi ilmiah, sehingga konsep STEM tidak hanya dipahami secara teoritis tetapi digunakan untuk menjelaskan dan menyelesaikan persoalan konkret. Temuan ini menegaskan bahwa keterbatasan sumber daya tidak harus membatasi kesempatan siswa memperoleh pengalaman STEM yang bermakna. STEM hemat merupakan strategi pedagogis yang sederhana dari sisi material, tetapi tetap kaya dalam proses berpikir, kolaborasi, desain, pengujian, dan refleksi ilmiah, sehingga dapat menjadi alternatif praktis bagi pembelajaran IPAS pada konteks sekolah dengan sumber daya terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Kepala Sekolah, guru, dan peserta didik SD Negeri 124 Jalikko atas keterbukaan, dukungan, dan partisipasi selama pelaksanaan penelitian.

PENDANAAN

Penelitian ini dilaksanakan secara mandiri dan tidak memperoleh pendanaan dari lembaga atau sponsor tertentu.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian maupun penerbitan artikel ini.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI

AI dimanfaatkan secara terbatas untuk mendukung penyuntingan bahasa dan penataan naskah, tanpa digunakan dalam pengumpulan, analisis, maupun interpretasi data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arvianti, L. A., Afifi, E. H. N., & Keliata, K. (2024). Inisiatif guru sekolah dasar menyediakan media dan bahan pratikum sains di tengah keterbatasan fasilitas laboratorium. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 2(2), 102–114. <https://doi.org/10.47945/search.v2i2.1469>
- [2] English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- [3] English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(Suppl. 1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>
- [4] English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2, Article 14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- [5] Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: A professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4, Article 6. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- [6] Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K–12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369–385. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09823-x>
- [7] Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107–129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- [8] Ilmi, S. A., Ratnawati, R., & Subhan, M. (2021). Pengaruh pendekatan Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) terhadap hasil belajar tematik peserta didik di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 5976–5983. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1839>
- [9] Jones, D. A. (2025). Integrating STEM education in sustained deep rural schools: Innovative strategies for multi-grade, multi-subject classrooms. *Frontiers in Education*, 10, 1569489. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1569489>
- [10] Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- [11] Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- [12] Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vélchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- [13] Mercier, A. K., Sivitskis, A. J., Torbert, J. K., & Vallier, K. (2025). Shaping change locally: A place-based STEM project's influence on rural elementary and middle grade

- students. *Frontiers in Education*, 10, 1584805. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1584805>
- [14] Mimah, M., & Hadi, M. S. (2025). Pembelajaran STEM sederhana berbasis budaya lokal: Proses fermentasi tempe sebagai media pengembangan keterampilan berpikir kritis pada siswa sekolah dasar fase A. *JlIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 3308–3312. <https://doi.org/10.54371/jljp.v8i3.7027>
- [15] Nurcahyo, M. A., & Afryaningsih, Y. (2024). Innovation of science teaching material based on STEM-PjBL in the implementation of the Merdeka Curriculum. *Journal of Innovative Science Education*, 13(2), 92–103. <https://doi.org/10.15294/jise.v13i2.7775>
- [16] Pada, A., Chanunan, S., & Rahmat, I. (2025). Fostering environmental awareness through Sustainable Development Goal-oriented Ethno-STEM approach in elementary education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(3), 469–479. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.24420>
- [17] Pambudi, B., Efendi, R. B., Novianti, L. A., Novitasari, D., & Ngazizah, N. (2018). Pengembangan alat peraga IPA dari barang bekas untuk meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman siswa sekolah dasar. *Indonesian Journal of Primary Education*, 2(2), 28–33. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v2i2.15097>
- [18] Rahmat, A. (2021). Simple experiments for introducing science to elementary school students. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 1(1), 73–78. <https://doi.org/10.17509/ajsee.v1i1.41705>
- [19] Saputra, R. A., Herpratiwi, H., & Caswita, C. (2020). Developing a STEM-based students' worksheet building material in elementary school Bandar Lampung City. *Jurnal Prima Edukasia*, 8(2), 145–155. <https://doi.org/10.21831/jpe.v8i2.33478>
- [20] Sumadi, C. D., & Setyawan, A. (2024). Development of STEM-based science learning integrating local wisdom through interactive pop-up book in elementary schools. *Widyagogik: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 11(4), 531–537. <https://doi.org/10.21107/widyagogik.v11i4.33074>
- [21] 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>
- [22] Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), Article 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>