



Available online at JECE (Journal of Early Childhood Education)

Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/jece>

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/jece.v8i1.51693>

JECE, 8 (1), Juni 2026, 1-22

PEMBELAJARAN STEM DI PAUD: TINJAUAN SISTEMATIS TENTANG BERMAIN, BERPIKIR, DAN MEMECAHKAN MASALAH

Maila D.H. Rahiem¹

¹*Program Studi Pendidikan Islam Anak Usia Dini, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Indonesia*

Corresponding e-mail : mailadinia@uinjkt.ac.id

Abstract

STEM learning in early childhood education (ECE) is often misunderstood as the early formalization of science, technology, engineering, and mathematics. This article argues that, for young children, STEM is better understood as play-based, problem-oriented learning that connects curiosity, concrete exploration, scientific thinking, engineering practices, and the meaningful use of knowledge in everyday life. This study aims to synthesize recent literature on early childhood STEM learning and to explain how play, thinking, and problem solving are positioned in preschool and early childhood education. The study employed a systematic literature review informed by PRISMA 2020. Literature was identified through structured searches in international databases and Indonesian journal portals, followed by duplicate removal, title and abstract screening, full-text eligibility assessment, and thematic synthesis. From 436 initial records, 35 scholarly publications were included as the main corpus, supported by four methodological and policy references. The synthesis identified five interrelated themes: STEM as everyday problem-based learning; scientific and engineering practices as early habits of mind; interdisciplinary integration through play and projects; teachers, families, and environments as a learning ecosystem; and developmentally appropriate STEM as joyful, mindful, meaningful, simple, and contextual learning. The findings suggest that ECE is a strategic ecosystem for cultivating functional literacy, numeracy, scientific understanding, creativity, collaboration, and problem solving without adding inappropriate academic pressure to young children.

Keywords: STEM; early childhood education; systematic literature review

Abstrak

Pembelajaran STEM pada Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) sering disalahpahami sebagai percepatan pengajaran sains, teknologi, enjinering, dan matematika secara formal. Artikel ini berargumen bahwa STEM untuk PAUD lebih tepat dipahami sebagai pengalaman bermain-belajar yang berangkat dari rasa ingin tahu anak, masalah sehari-hari, eksplorasi konkret, praktik saintifik, proses enjinering, dan penggunaan pengetahuan secara bermakna. Penelitian ini bertujuan menyintesis literatur mutakhir tentang pembelajaran STEM anak usia dini, terutama bagaimana bermain, berpikir, dan memecahkan masalah diposisikan dalam praktik PAUD. Penelitian menggunakan *systematic literature review* dengan mengacu pada logika pelaporan PRISMA 2020. Literatur diidentifikasi melalui penelusuran terstruktur pada

basis data internasional dan portal jurnal Indonesia, dilanjutkan dengan penghapusan duplikasi, penyaringan judul dan abstrak, penilaian kelayakan teks lengkap, ekstraksi data, dan sintesis tematik. Dari 436 catatan awal, 35 publikasi ilmiah dimasukkan sebagai korpus utama sintesis, didukung empat rujukan metodologis dan kebijakan. Kajian menemukan lima tema yang saling berkaitan: STEM sebagai pembelajaran berbasis masalah sehari-hari; praktik saintifik dan engineering sebagai kebiasaan berpikir awal; integrasi lintas disiplin melalui bermain dan proyek; guru, keluarga, dan lingkungan sebagai ekosistem belajar; serta STEM yang sesuai perkembangan sebagai pembelajaran yang menggembirakan, sadar, bermakna, sederhana, dan kontekstual. Temuan menunjukkan bahwa PAUD merupakan ekosistem strategis untuk menumbuhkan fondasi literasi fungsional, numerasi, pemahaman sains, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah tanpa menambah tekanan akademik yang tidak sesuai usia.

Kata kunci: Kata kunci: STEM; PAUD; tinjauan sistematis

Pendahuluan

Pembelajaran STEM dalam pendidikan anak usia dini semakin banyak dibicarakan, tetapi belum selalu dipahami secara tepat. Di satu sisi, STEM kerap diasosiasikan dengan laboratorium, teknologi digital, robotik, coding, atau pengajaran sains dan matematika yang tampak serius. Di sisi lain, kehidupan anak usia dini justru penuh dengan praktik yang dekat dengan cara berpikir STEM: anak bertanya mengapa es mencair, mencoba membangun menara yang tidak roboh, membandingkan ukuran batu dan daun, atau memperbaiki susunan balok setelah runtuh. Dalam peristiwa kecil seperti itu, anak sedang mengamati, memprediksi, mencoba, berdiskusi, merancang, mengevaluasi, dan memperbaiki. STEM di PAUD dapat dimulai dari pengalaman hidup anak yang konkret, dekat, dan bermakna.

Kebutuhan untuk memperkuat pembelajaran STEM juga perlu dibaca dalam arah pembangunan nasional. RPJMN 2025-2029 yang menjabarkan Asta Cita menempatkan pembangunan sumber daya manusia, penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta transformasi pendidikan sebagai bagian penting dari agenda menuju Indonesia Emas 2045 (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029, 2025). Dalam kerangka itu, STEM tidak hanya relevan sebagai pendekatan pembelajaran, tetapi juga sebagai cara menyiapkan generasi yang mampu berpikir kritis, bekerja sama, berinovasi, dan menggunakan pengetahuan untuk memecahkan persoalan nyata. Karena fondasi belajar, rasa ingin tahu, bahasa, regulasi diri, dan keberanian mencoba mulai tumbuh pada usia dini, pembelajaran STEM tidak seharusnya hanya menjadi urusan sekolah menengah. Ia perlu dipahami sebagai gerakan pedagogis berjenjang yang dimulai dari PAUD, tentu dengan cara yang sesuai usia anak.

Perhatian pemerintah terhadap STEM tampak dalam penerbitan Panduan Pembelajaran STEM dan penguatan praktik baik pembelajaran yang mendorong kelas lebih interaktif, kolaboratif, dan relevan dengan kehidupan nyata (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029, 2025). Panduan tersebut menegaskan bahwa STEM bukan sekadar kumpulan mata pelajaran, melainkan proses berpikir terintegrasi yang menghubungkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap untuk menyelesaikan masalah kehidupan nyata melalui praktik saintifik dan enjinering. Bagi PAUD, pesan ini penting: STEM tidak harus hadir sebagai perangkat mahal, proyek spektakuler, atau lembar kerja yang berat. STEM dapat hadir dalam masalah sederhana, bahan sehari-hari, dialog yang hidup, dan kesempatan anak untuk mencoba serta memperbaiki gagasan.

Tiga karakteristik penting dalam panduan tersebut adalah pemecahan masalah, praktik saintifik dan enjinering, serta integrasi bidang ilmu (Kemendikdasmen, 2025a, 2025b). Karakteristik ini memberi dasar kuat untuk menempatkan PAUD sebagai ruang awal pengembangan STEM. Anak usia dini belum belajar melalui disiplin ilmu yang terpisah. Mereka belajar melalui tubuh, indera, gerak, rasa ingin tahu, cerita, imajinasi, hubungan sosial, bahan konkret, dan pengulangan. Karena itu, integrasi STEM justru selaras dengan cara alamiah anak memahami dunia.

Argumen utama artikel ini adalah bahwa PAUD merupakan ekosistem pembelajaran pertama setelah keluarga yang sangat strategis untuk menumbuhkan disposisi STEM. Disposisi yang dimaksud bukan hafalan konsep sains atau matematika, tetapi kebiasaan untuk bertanya, memperhatikan, mencoba, bekerja sama, mencari alasan, membuat dugaan, menerima kegagalan kecil, dan memperbaiki solusi. Inilah jembatan penting antara bermain dan berpikir. Bermain bukan lawan dari belajar. Dalam PAUD, bermain merupakan medium utama anak membangun pemahaman, menguji kemungkinan, dan bernegosiasi dengan dunia sosial-materialnya.

Keterkaitan STEM dengan tujuan pembelajaran yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari juga sejalan dengan arah penilaian literasi global. PISA, misalnya, tidak sekadar menguji kemampuan murid mengingat materi, tetapi menilai bagaimana pengetahuan membaca, matematika, dan sains digunakan untuk menghadapi tantangan kehidupan nyata (*PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*, 2023). Tentu saja PAUD bukan jenjang yang mengikuti PISA. Akan tetapi, semangat literasi fungsional dalam PISA memberi pengingat bahwa pendidikan yang bermakna sejak dini perlu menghubungkan pengetahuan dengan penggunaan. Anak belajar menghitung bukan agar cepat mengerjakan soal abstrak, tetapi agar mampu membandingkan, memperkirakan, membagi, menyusun, dan memahami pola dalam kegiatan hidupnya.

Kajian internasional tentang STEM anak usia dini menunjukkan pertumbuhan perhatian yang signifikan. Wan et al. (Wan et al., 2021) meninjau studi empiris tentang STEM pada anak usia dini dan menunjukkan bahwa kegiatan STEM lintas-disiplin dapat dikembangkan dalam konteks anak kecil, meskipun guru masih menghadapi kendala terkait waktu, pengetahuan, sumber daya, dan keyakinan diri. Revák et al. (2024) menunjukkan bahwa praktik STEM anak usia dini berkembang melalui beragam metode dan aktivitas, tetapi kualitas pedagogi, dokumentasi proses, dan penilaian dampaknya masih perlu diperdalam. Rodrigues-Silva dan Alsina (2023) menempatkan STEM/STEAM dalam kaitannya dengan pendidikan keberlanjutan anak usia dini, sedangkan Kewalramani et al. (2024) menekankan pentingnya sumber belajar multimodal agar keterlibatan STEM lebih inklusif. Chen dan Tippet (2022) serta Damjanovic dan Ward (2024) juga memperlihatkan bahwa proyek inkuiri di preschool dapat berjalan kuat ketika pertanyaan, bahan, dokumentasi, dan dukungan guru ditata secara sadar. Temuan-temuan ini membuka ruang untuk membaca STEM PAUD bukan sebagai paket kegiatan teknis, melainkan sebagai pendekatan pedagogis yang perlu dipahami melalui relasi antara bermain, berpikir, dan memecahkan masalah.

Di Indonesia, penelitian tentang *STEAM*, *loose parts*, pembelajaran saintifik, proyek, literasi sains, *storytelling*, *read aloud*, pembelajaran berbasis rumah, dan penggunaan media digital pada PAUD telah memberi dasar penting. Studi tentang literasi sains berbasis cerita dan proyek eksperimen di JECE memperlihatkan bahwa anak dapat terlibat dalam pengalaman sains melalui narasi dan percobaan yang dekat dengan dunia mereka (Quro & Choiriyah, 2022). Studi tentang *project-based learning* menunjukkan bahwa kegiatan bermain yang terstruktur dapat membantu guru membangun karakter dan partisipasi anak (Rahayu & Priyanti, 2024). Sementara itu, kajian tentang *read aloud* dan berpikir kritis menunjukkan bahwa cerita dapat memantik komentar solutif, inisiatif bertanya, dan kemampuan menghubungkan isi cerita dengan kehidupan nyata (Suryani & Angela, 2024). Literatur Indonesia tersebut penting karena memperlihatkan bahwa dasar-dasar STEM sebenarnya telah hadir dalam praktik PAUD, meskipun belum selalu diberi nama STEM.

Berdasarkan latar tersebut, artikel ini bertujuan menyintesis literatur tentang pembelajaran STEM di PAUD dengan fokus pada tiga pertanyaan. Pertama, bagaimana STEM anak usia dini dikonseptualisasikan dalam literatur mutakhir? Kedua, bagaimana karakteristik STEM berupa pemecahan masalah, praktik saintifik dan engineering, serta integrasi lintas disiplin muncul dalam praktik PAUD? Ketiga, prinsip pedagogis apa yang membuat STEM sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini? Dengan menjawab pertanyaan tersebut, artikel ini diharapkan memberi kontribusi konseptual dan praktis bagi pengembangan

pembelajaran STEM PAUD di Indonesia yang cerdas, sederhana, membumi, dan tidak menghilangkan hak anak untuk belajar melalui bermain.

Metode

Penelitian ini menggunakan *systematic literature review* untuk menyintesis pengetahuan tentang pembelajaran STEM pada anak usia dini. *Review* disusun dengan mengacu pada logika pelaporan PRISMA 2020, terutama dalam penelusuran, penyaringan, penentuan kelayakan, dan pelaporan sintesis tematik (Page et al., 2021). Karena tujuan artikel ini adalah membangun pemahaman konseptual dan pedagogis, bukan menghitung efek intervensi secara statistik, sintesis dilakukan secara kualitatif-tematik. Pendekatan ini memungkinkan peneliti membaca lintas temuan, konteks, dan desain studi untuk menemukan pola besar yang menjelaskan bagaimana STEM bekerja dalam ekosistem PAUD.

Agar proses *review* dapat ditelusuri, pertanyaan penelitian diterjemahkan ke dalam tiga fokus ekstraksi: definisi atau konseptualisasi STEM anak usia dini; bentuk praktik pembelajaran yang memuat masalah, eksplorasi, desain, atau integrasi disiplin; serta prinsip pedagogis yang menunjukkan kesesuaian dengan perkembangan anak. Dengan cara ini, literatur tidak hanya dihimpun sebagai daftar bacaan, tetapi diperlakukan sebagai data yang memiliki jejak analitis dari catatan bibliografis, isi artikel, kode awal, hingga tema sintesis. Jejak ini penting agar pembahasan tidak tampak muncul tiba-tiba, tetapi terlihat sebagai hasil pembacaan sistematis terhadap korpus kajian.

Penelusuran literatur dilakukan pada publikasi tahun 2018-2026 dengan penekanan pada artikel jurnal mutakhir. Basis data dan portal yang digunakan mencakup Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis Online, MDPI, Garuda, dan portal jurnal PAUD Indonesia. Kata kunci utama yang digunakan dalam berbagai kombinasi adalah: *early childhood STEM*, *preschool STEM*, *kindergarten STEM*, *STEM education young children*, *STEAM early childhood education*, *engineering design preschool*, *scientific thinking early childhood*, *inquiry-based science preschool*, *play-based STEM*, *problem solving early childhood*, *loose parts STEAM*, pembelajaran STEM PAUD, pembelajaran STEAM PAUD, pembelajaran saintifik anak usia dini, dan pemecahan masalah anak usia dini. Penelusuran juga diperluas melalui teknik *backward searching* dan *forward searching* terhadap daftar pustaka artikel kunci.

Kriteria inklusi mencakup: (1) artikel empiris, tinjauan sistematis, tinjauan literatur, atau artikel konseptual yang membahas STEM/STEAM, praktik saintifik, enjinering, pemecahan masalah, proyek, atau pembelajaran berbasis bermain pada anak usia dini; (2) konteks usia lahir sampai delapan tahun, PAUD, *preschool*, *kindergarten*, kelompok bermain, taman kanak-kanak, atau kelas awal yang relevan dengan transisi PAUD; (3) artikel yang menyediakan uraian pedagogis, temuan, atau

argumen yang dapat dihubungkan dengan karakteristik STEM; dan (4) publikasi berbahasa Inggris atau Indonesia. Artikel dikeluarkan apabila membahas STEM pada jenjang menengah atau pendidikan tinggi tanpa relevansi dengan anak usia dini, hanya membahas teknologi sebagai perangkat tanpa dimensi pedagogis, atau tidak menyediakan informasi yang cukup untuk dianalisis.

Secara bertahap, penelusuran awal menghasilkan 436 catatan. Setelah duplikasi dan catatan yang tidak relevan awal dikeluarkan, 260 judul dan abstrak disaring. Dari jumlah tersebut, 53 artikel teks lengkap dinilai berdasarkan kriteria inklusi. Sebanyak 35 publikasi ilmiah dimasukkan dalam sintesis tematik. Empat rujukan lain digunakan sebagai rujukan metodologis dan kontekstual: PRISMA 2020, kerangka PISA, Panduan Pembelajaran STEM Kemendikdasmen, dan RPJMN 2025-2029. Dengan pembedaan ini, data kajian tetap jelas: korpus analisis adalah publikasi ilmiah, sedangkan rujukan kebijakan dan metodologi digunakan untuk menempatkan temuan dalam konteks Indonesia dan standar pelaporan *review*.

Gambar 1. Alur penelusuran dan seleksi literatur

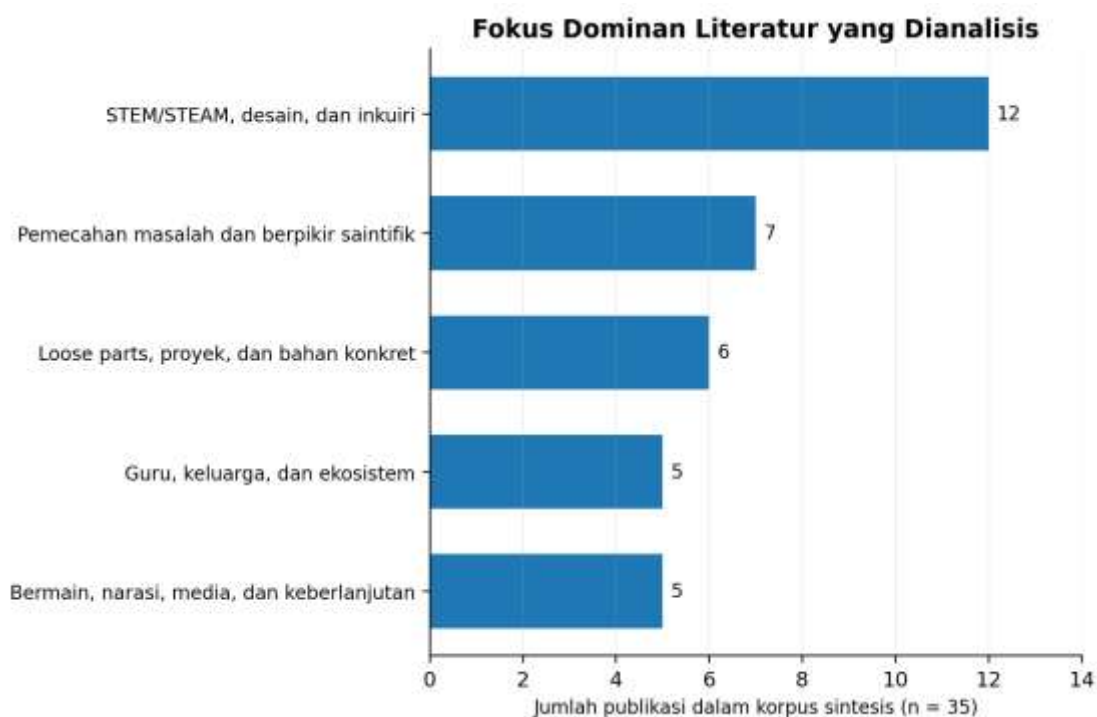


Catatan: rujukan kebijakan dan metodologis tidak dihitung sebagai data utama sintesis tematik.

Tabel 1. Profil korpus literatur dan fungsi analitisnya

Aspek korpus	Kategori	Jumlah	Fungsi dalam analisis
Jenis sumber	Publikasi ilmiah yang dianalisis secara tematik	35	Menjadi data utama untuk membangun tema, prinsip pedagogis, dan sintesis konseptual.
Jenis sumber	Rujukan metodologis dan kebijakan	4	Menjadi kerangka pelaporan <i>review</i> , konteks kebijakan nasional, dan analogi literasi fungsional.
Konteks kajian	Studi internasional tentang STEM/STEAM anak usia dini	19	Menjelaskan arah konseptual, praktik desain, inkuiri, dan tantangan guru.
Konteks kajian	Studi Indonesia tentang PAUD, STEAM, saintifik, <i>loose parts</i> , proyek, dan literasi	11	Menunjukkan kedekatan gagasan STEM dengan praktik PAUD Indonesia.
Konteks kajian	Studi pendukung tentang bermain, narasi, keluarga, media, dan keberlanjutan	5	Memperluas pemaknaan STEM sebagai ekosistem belajar, bukan hanya aktivitas kelas.

Analisis data dilakukan dalam tiga langkah. Pertama, setiap artikel dibaca untuk mengidentifikasi tujuan, konteks, usia anak, pendekatan pedagogis, bentuk aktivitas, peran guru, peran keluarga, serta capaian pembelajaran yang dilaporkan. Kedua, informasi tersebut dipetakan ke dalam matriks sintesis yang memuat tiga karakteristik STEM: pemecahan masalah, praktik saintifik dan engineering, serta integrasi bidang ilmu. Ketiga, peneliti melakukan pengkodean tematik secara iteratif untuk menemukan pola konseptual yang lebih luas. Lima tema akhir dirumuskan karena berulang secara kuat dalam literatur dan sekaligus relevan dengan karakteristik perkembangan anak usia dini.

Gambar 2. Distribusi fokus dominan literatur dalam korpus sintesis

Satu artikel dapat menyumbang lebih dari satu gagasan, tetapi grafik ini (gambar 2) menampilkan fokus dominan yang digunakan peneliti untuk menata pembacaan awal sebelum sintesis tematik.

Tabel 2. Jejak pengkodean dari data literatur menuju tema sintesis

Data yang berulang dalam literatur	Kode analitis	Tema sintesis
Kegiatan dimulai dari masalah konkret: bangunan roboh, benda tenggelam, tanaman layu, alat tidak bekerja, atau kebutuhan membuat sesuatu.	Masalah dekat anak; tantangan konkret; solusi sederhana; penggunaan pengetahuan.	STEM PAUD sebagai pembelajaran berbasis masalah sehari-hari.
Anak mengamati, bertanya, memprediksi, mencoba, membuat model, menguji, gagal, memodifikasi, dan menjelaskan proses.	Praktik saintifik; praktik enjineri; kegagalan aman; kebiasaan berpikir.	Praktik saintifik dan enjineri sebagai kebiasaan berpikir awal.
Permainan, proyek, <i>loose parts</i> , cerita, bahan alam, dan kegiatan kelas menghubungkan sains, matematika, teknologi sederhana, bahasa, seni, dan sosial-emosional.	Integrasi lintas disiplin; bermain sebagai medium; proyek sebagai wadah.	Integrasi lintas disiplin terjadi secara alami melalui bermain dan proyek.
Guru, keluarga, teman sebaya, bahan, budaya lokal, dan lingkungan menentukan apakah kegiatan STEM menjadi bermakna dan dapat dilakukan.	Ekosistem belajar; dukungan orang dewasa; konteks rumah-sekolah; sumber daya lokal.	Guru, keluarga, dan lingkungan sebagai ekosistem STEM.
Literatur mengingatkan risiko akademisasi dini, demonstrasi guru yang terlalu dominan, produk seragam, dan ketergantungan pada alat mahal.	Kesesuaian perkembangan; <i>guided play</i> ; proses lebih penting dari produk; mudah dan murah.	STEM yang sesuai perkembangan: mudah, murah, menggembirakan, <i>mindful</i> , dan <i>meaningful</i> .

Hasil dan Pembahasan

Sintesis literatur menunjukkan bahwa pembelajaran STEM di PAUD tidak dapat dipahami hanya sebagai penambahan tema sains, teknologi, enjineri, dan matematika ke dalam rencana pembelajaran. STEM di PAUD lebih tepat dipahami sebagai cara menata pengalaman belajar agar anak berhadapan dengan masalah yang bermakna, menggunakan benda konkret, berdialog, mencoba solusi, memperbaiki, dan menyampaikan gagasan. Dari seluruh literatur yang dianalisis, muncul lima tema besar yang saling menguatkan.

Temuan tidak disusun secara tiba-tiba dari kesan umum peneliti, tetapi dari pembacaan bertahap atas korpus literatur. Artikel tentang inkuiri, desain, dan STEM/STEAM memberi dasar tentang struktur aktivitas. Artikel tentang *loose parts*, proyek, dan pembelajaran saintifik menunjukkan bahan serta bentuk praktik yang paling dekat dengan PAUD. Artikel tentang guru, keluarga, *home visit*, *guided play*, *storytelling*, media pembelajaran, dan sumber belajar multimodal memperlihatkan bahwa STEM tidak berdiri sendiri sebagai aktivitas teknis, melainkan hidup dalam ekosistem relasi. Karena itu, lima tema berikut dibaca sebagai satu kesatuan: masalah

memantik kegiatan, praktik saintifik-enjineriing menata cara berpikir, bermain-proyek mengintegrasikan disiplin, ekosistem mendukung keberlanjutan, dan prinsip perkembangan menjaga agar STEM tetap berpihak pada anak.

1. STEM PAUD sebagai pembelajaran berbasis masalah sehari-hari

Tema pertama adalah bahwa STEM di PAUD paling kuat ketika dimulai dari masalah sehari-hari yang dekat dengan pengalaman anak. Masalah dalam STEM anak usia dini tidak harus berbentuk persoalan teknis yang kompleks. Masalah dapat muncul ketika balok jembatan yang dibuat anak roboh, air dalam gelas tumpah, tanaman di pot layu, roda mainan tidak bergerak, kertas tidak cukup kuat menahan beban, atau anak ingin membuat rumah-rumahan yang dapat berdiri. Masalah semacam itu tampak sederhana bagi orang dewasa, tetapi bagi anak ia membuka ruang untuk bertanya, menduga, mencoba, membandingkan, dan memperbaiki. Inilah inti pedagogis STEM: anak belajar karena ada sesuatu yang ingin dipahami atau diselesaikan.

Tema pertama adalah bahwa STEM di PAUD paling kuat ketika dimulai dari masalah sehari-hari yang dekat dengan pengalaman anak. Masalah dalam STEM anak usia dini tidak harus berbentuk persoalan teknis yang kompleks. Masalah dapat muncul ketika balok jembatan roboh, air tumpah, tanaman layu, roda mainan tidak bergerak, atau anak ingin membuat rumah-rumahan yang dapat berdiri. Bagi anak, masalah sederhana itu membuka ruang untuk bertanya, menduga, mencoba, membandingkan, dan memperbaiki. Inilah inti pedagogis STEM: anak belajar karena ada sesuatu yang ingin dipahami atau diselesaikan.

Literatur internasional menunjukkan bahwa *problem-based* dan *design-oriented* STEM dapat mendukung kreativitas serta pemecahan masalah anak prasekolah. Yalçın dan Erden (2021), misalnya, menemukan bahwa kegiatan STEM yang disusun dengan model *design thinking* berdampak positif pada kreativitas dan keterampilan pemecahan masalah anak. Malçok dan Ceylan (2022) juga menunjukkan bahwa aktivitas STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah anak usia enam tahun. Lin et al. (2021) memperlihatkan bahwa program sains dan enjineriing berbasis inkuiri dapat meningkatkan pengetahuan sains, keterampilan pemecahan masalah, dan pendekatan belajar anak prasekolah. Chen dan Tippet (2022) menambahkan bahwa *project-based inquiry* membantu anak prasekolah membangun pengetahuan melalui pertanyaan, penyelidikan, dan proyek yang dirancang dari pengalaman dekat anak. Temuan ini penting karena memperlihatkan bahwa *problem solving* pada anak usia dini bukan kemampuan yang terlalu jauh, sepanjang masalahnya konkret, prosesnya bertahap, dan dukungan guru diberikan secara sesuai.

Dalam konteks Indonesia, pembelajaran saintifik dan STEAM juga menunjukkan arah yang serupa. Alucyana dan Raihana (2023) menegaskan bahwa pembelajaran saintifik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah pada anak melalui kegiatan eksplorasi dan masalah kontekstual. Ratna, Arbarini, dan Loretha (2023) memperlihatkan bahwa penggunaan *loose parts* dalam pembelajaran STEAM memberi anak kesempatan untuk memanipulasi bahan, membuat produk, dan menghubungkan ide dengan tindakan. Imamah dan Muqowim (2020) serta Rahma, Kustiono, dan Setiawan (2023) juga menunjukkan bahwa *loose parts* membuka ruang bagi kreativitas, kebebasan berekspresi, dan kemampuan anak menyelesaikan masalah. Literatur ini menguatkan bahwa masalah sehari-hari, bahan terbuka, dan kebebasan mencoba merupakan pintu masuk penting bagi STEM PAUD.

Panduan Kemendikdasmen (Kemendikdasmen, 2025a, 2025b) memberi contoh yang sangat relevan untuk PAUD melalui kegiatan membuat purwarupa jembatan dari balok mainan. Anak tidak diminta menghafal rumus kekuatan struktur. Mereka diajak merasakan masalah, bertanya, mengidentifikasi penyebab jembatan roboh, bertukar pikiran, mendesain, membuat, menguji, memperbaiki, dan mengomunikasikan hasil. Contoh ini menunjukkan bahwa STEM PAUD dapat sederhana sekaligus mendalam. Kedalamannya tidak terletak pada rumitnya materi, tetapi pada kualitas proses berpikir anak. Ketika anak menyadari bahwa sebuah jembatan roboh karena susunan balok tidak seimbang, lalu mencoba susunan lain yang lebih stabil, ia sedang belajar tentang hubungan sebab-akibat, bentuk, ukuran, keseimbangan, bahan, dan strategi.

Dengan demikian, pembelajaran STEM di PAUD perlu dimulai dari pertanyaan pedagogis yang sederhana: masalah apa yang benar-benar dapat dirasakan anak? Guru tidak perlu memulai dari topik besar seperti energi, struktur, atau teknologi. Guru dapat memulai dari peristiwa kelas: pasir basah lebih mudah dibentuk, menara perlu dibuat lebih stabil, daun tertentu mengapung, air mencari jalur, atau makanan perlu dibagi adil. Dari situ guru dapat memperluas percakapan ke konsep matematika, sains, bahasa, sosial-emosional, dan nilai tanggung jawab.

2. Praktik saintifik dan enjinering sebagai kebiasaan berpikir awal

Tema kedua adalah bahwa praktik saintifik dan enjinering dalam STEM PAUD perlu dipahami sebagai kebiasaan berpikir awal. Anak usia dini belum bekerja seperti ilmuwan atau insinyur dewasa. Namun, mereka sudah dapat menunjukkan bentuk awal dari praktik tersebut: mengamati, bertanya, mencoba, mengelompokkan, membandingkan, memprediksi, membuat model, menguji, memperbaiki, dan menjelaskan dengan bahasa mereka. Panduan Kemendikdasmen (Kemendikdasmen, 2025a, 2025b) menempatkan praktik saintifik dan enjinering sebagai proses yang

digunakan untuk memahami dunia dan menghasilkan solusi. Dalam PAUD, proses ini perlu diterjemahkan ke dalam kegiatan yang dapat disentuh, dilihat, didengar, digerakkan, dibongkar, dipasang, dan diceritakan kembali oleh anak.

Praktik saintifik muncul ketika anak mengamati perubahan dan mencari penjelasan. Anak melihat biji kacang hijau tumbuh setelah beberapa hari, memperhatikan bahwa es mencair lebih cepat di luar ruangan, atau membandingkan benda yang tenggelam dan mengapung. Guru dapat memperkaya proses ini dengan pertanyaan terbuka: Apa yang kamu lihat? Menurutmu mengapa begitu? Apa yang akan terjadi kalau kita coba cara lain? Pertanyaan semacam itu lebih penting daripada ceramah konsep. Anak belajar bahwa pengetahuan lahir dari perhatian, percobaan, dan percakapan. Quro dan Choiriyah (2022) menunjukkan bahwa literasi sains anak dapat dikembangkan melalui strategi cerita dan proyek eksperimen. Hal ini memberi pesan penting bahwa bahasa, narasi, dan sains tidak perlu dipisahkan dalam PAUD.

Praktik enjinering muncul ketika anak merancang dan membuat sesuatu untuk memenuhi tujuan tertentu. Kegiatan membangun jembatan, rumah-rumahan, tempat parkir mainan, alat penyiram tanaman, kapal dari botol, lintasan bola, atau pelindung telur dapat menjadi ruang enjinering awal. Anak belajar bahwa sebuah ide perlu dicoba, diuji, dan mungkin diperbaiki. Kegagalan dalam proses ini justru produktif. Balok yang roboh, kapal yang tenggelam, atau lintasan bola yang tidak berjalan bukan akhir kegiatan, melainkan awal pertanyaan baru. Yalçın dan Erden (2023) menunjukkan bahwa STEM berorientasi desain dapat meningkatkan pemecahan masalah, komunikasi, dan kerja sama anak. Ata-Aktürk dan Demircan (2021) juga menegaskan pentingnya desain kurikulum enjinering yang melibatkan orang tua untuk memperluas pengalaman STEM anak.

Dalam praktik kelas, guru perlu menghindari dua kecenderungan ekstrem. Pertama, guru tidak perlu menjadikan STEM sebagai demonstrasi guru, di mana anak hanya menonton percobaan yang sudah pasti hasilnya. Kedua, guru juga tidak cukup hanya membiarkan anak bermain bebas tanpa dialog dan perluasan berpikir. Literatur tentang *guided play* menunjukkan bahwa bimbingan orang dewasa dalam permainan dapat memperkuat pembelajaran anak tanpa menghilangkan agensi anak (Skene et al., 2022). Karena itu, guru PAUD perlu berperan sebagai perancang lingkungan, pengamat yang peka, pemberi pertanyaan, pendengar, dan penolong refleksi. Guru tidak harus memberi jawaban cepat. Justru dalam STEM, guru perlu menahan diri agar anak sempat berpikir.

Praktik saintifik dan enjinering juga memiliki dimensi sosial-emosional. Anak belajar menunggu giliran, mendengar ide teman, menyetujui atau menolak dengan alasan, merawat bahan, dan menerima bahwa percobaan tidak selalu berhasil. Dalam kegiatan STEM, anak belajar bahwa berpikir bukan aktivitas sendirian. Berpikir dilakukan bersama orang lain dan bersama benda-benda di sekitar. Di sinilah STEM

bersentuhan dengan perkembangan bahasa, karakter, regulasi diri, dan kolaborasi. Jika dipahami secara demikian, STEM PAUD bukan hanya tentang sains dan matematika awal, tetapi tentang pembentukan cara belajar yang sabar, teliti, berani, dan reflektif.

3. Integrasi lintas disiplin terjadi secara alami melalui bermain dan proyek

Tema ketiga adalah integrasi lintas disiplin. Pada jenjang yang lebih tinggi, integrasi STEM sering menjadi tantangan karena mata pelajaran sudah terbagi jelas. Di PAUD, situasinya berbeda. Anak tidak mengalami dunia sebagai mata pelajaran yang terpisah. Ketika anak membuat jembatan dari balok, ia tidak berkata sedang belajar sains, matematika, teknologi, atau enjineri. Ia sedang bermain membangun sesuatu. Akan tetapi, di dalam permainan itu terdapat konsep keseimbangan, bentuk, jumlah, ukuran, bahan, fungsi, bahasa, kerja sama, dan imajinasi. Dengan demikian, integrasi STEM dalam PAUD tidak perlu dipaksakan melalui istilah akademik, melainkan dibaca dari pengalaman utuh anak.

Literatur tentang STEM/STEAM anak usia dini menegaskan pentingnya interdisiplinairitas. Martín-Páez et al. (2019) memperlihatkan bahwa STEM sering dipahami secara beragam, mulai dari integrasi disiplin sampai pendekatan berbasis masalah. Wan et al. (Wan et al., 2021) menunjukkan bahwa kegiatan STEM anak usia dini dapat berupa eksplorasi lintas bidang yang menghubungkan konsep sains dan matematika dengan desain serta teknologi sederhana. Rodrigues-Silva dan Alsina (2023) menambahkan bahwa STEM/STEAM di pendidikan anak usia dini juga dapat dikaitkan dengan keberlanjutan, terutama ketika anak berhubungan dengan alam, bahan, lingkungan, dan tanggung jawab terhadap kehidupan sehari-hari. Dengan kata lain, STEM PAUD membuka ruang untuk menghubungkan pembelajaran dengan dunia nyata, bukan memotongnya menjadi bagian-bagian kecil.

Media *loose parts* menjadi salah satu contoh kuat integrasi tersebut dalam konteks Indonesia. *Loose parts* memberi anak bahan terbuka yang dapat dipindah, digabung, disusun, dibongkar, dan dimaknai ulang. Dalam satu kegiatan, batu, tutup botol, daun, ranting, kain, kardus, dan gelas bekas dapat menjadi jembatan, rumah, alat ukur, pola, jalan, atau cerita. Rahardjo (2019) menunjukkan bahwa *loose parts* dapat digunakan dalam STEAM melalui diskusi pendidik PAUD. Wahyuningsih et al. (Wahyuningsih, Nurjanah, et al., 2020; Wahyuningsih, Pudyaningtyas, et al., 2020) menegaskan potensi *loose parts* dalam pembelajaran STEAM anak usia dini, sedangkan Rahma et al. (2023) memperlihatkan bahwa media berbahan *loose part* mendukung pembelajaran merdeka yang memberi ruang anak berekspresi dan mencari solusi. Ketika guru menyediakan bahan yang kaya dan tidak terlalu menentukan hasil akhir, anak mendapat ruang untuk berimajinasi sekaligus berpikir sistematis.

Namun, integrasi tidak terjadi otomatis hanya karena guru menuliskan huruf S, T, E, dan M dalam rencana pembelajaran. Integrasi membutuhkan desain pengalaman. Guru perlu bertanya: bagian mana yang memuat pengamatan sains? Bagian mana yang memberi ruang anak merancang atau memperbaiki? Bagaimana anak menggunakan angka, ukuran, pola, atau perbandingan? Apakah ada alat sederhana yang membantu anak bekerja? Bagaimana anak menceritakan proses dan hasilnya? Pertanyaan ini membantu guru menghindari STEM yang hanya menjadi label. Panduan Kemendikdasmen (Kemendikdasmen, 2025b) juga menekankan perlunya menganalisis capaian pembelajaran dan mengintegrasikan komponen STEM sesuai konteks satuan pendidikan. Dengan demikian, integrasi adalah kerja pedagogis, bukan sekadar penggabungan istilah.

Proyek menjadi wadah yang efektif untuk integrasi. Studi Rahayu dan Priyanthi (2024) menunjukkan bahwa pendekatan *project-based learning* dapat mendukung pembentukan karakter anak melalui kegiatan bermain yang sesuai kebutuhan. Dalam STEM PAUD, proyek tidak perlu panjang atau mahal. Proyek dapat berupa membuat kebun mini, merancang tempat minum burung, membuat lintasan bola, menyusun kota dari kardus, membuat alat peneduh tanaman, atau menyelesaikan masalah kelas seperti bagaimana merapikan mainan agar mudah ditemukan. Proyek sederhana semacam ini menghubungkan sains, matematika, bahasa, sosial-emosional, seni, dan nilai tanggung jawab. Anak belajar bahwa pengetahuan dapat dipakai untuk merawat kehidupan sehari-hari.

4. Guru, keluarga, dan lingkungan sebagai ekosistem STEM

Tema keempat adalah pentingnya ekosistem. STEM PAUD tidak dapat bergantung hanya pada aktivitas sesaat di kelas. Anak belajar dari relasi antara guru, teman sebaya, keluarga, bahan, ruang, budaya, dan lingkungan sekitar. Karena PAUD merupakan ruang pendidikan pertama setelah keluarga, ia memiliki posisi unik: cukup dekat dengan kehidupan rumah, tetapi juga mulai memperkenalkan anak pada komunitas belajar yang lebih luas. Dengan posisi ini, STEM PAUD dapat menjadi jembatan antara rasa ingin tahu anak di rumah dan pengalaman belajar yang lebih terarah di satuan PAUD.

Peran guru sangat menentukan. Leung (2023) menunjukkan bahwa penerapan STEM pada tahun-tahun awal mengubah peran guru dari penyampai pengetahuan menjadi fasilitator pembelajaran STEM anak. Perubahan ini tidak mudah karena guru sering menghadapi keterbatasan sumber daya, waktu, pengetahuan konten, dan keyakinan diri. MacDonald et al. (2021) juga menunjukkan bahwa keyakinan dan kepercayaan diri pendidik PAUD terkait STEM perlu dibangun. Temuan tersebut relevan untuk Indonesia, karena banyak guru PAUD memiliki pengalaman kuat dalam pengasuhan, bermain, dan pembiasaan, tetapi belum tentu percaya diri

menyebut kegiatan mereka sebagai STEM. Padahal, banyak praktik guru sebenarnya sudah mengandung unsur inkuiri, eksperimen, pemecahan masalah, dan integrasi.

Pengembangan kapasitas guru perlu diarahkan pada kemampuan melihat potensi STEM dalam kehidupan sehari-hari. Pelatihan tidak cukup hanya memberi contoh kegiatan siap pakai. Guru perlu belajar merancang masalah, memilih bahan yang aman dan murah, mengajukan pertanyaan terbuka, mendokumentasikan proses anak, serta menghubungkan kegiatan dengan capaian perkembangan. Kurnia dan Nasrudin (2022) menunjukkan pentingnya pelatihan implementasi STEAM-*loose parts* bagi guru PAUD. Sit dan Rakhmawati (2022) juga mengembangkan model pembelajaran STEAM untuk anak usia dini yang dapat menjadi sumber bagi guru. Dengan demikian, kualitas STEM PAUD bergantung pada kemampuan guru menerjemahkan konsep menjadi pengalaman yang hidup.

Keluarga merupakan bagian penting dari ekosistem STEM. Anak bertanya, mencoba, dan memecahkan masalah tidak hanya di sekolah. Mereka melakukannya di dapur, halaman, pasar, perjalanan, dan ruang keluarga. Salvatierra et al. (2022) menunjukkan bahwa partisipasi orang tua dalam pendidikan STEM anak usia dini masih perlu diperkuat. Alexandre et al. (2022) juga menekankan pentingnya lingkungan informal, termasuk keluarga dan tempat belajar nonformal, dalam membangun pengalaman STEM awal. Dalam konteks Indonesia, keterlibatan keluarga dapat dimulai dari hal sederhana: mengajak anak mengamati sayuran, menghitung buah, membandingkan ukuran wadah, merawat tanaman, atau memperbaiki mainan.

Temuan Rahiem (2024) tentang *home visit* pada masa penutupan sekolah menunjukkan bahwa keberlanjutan belajar anak usia dini sangat dipengaruhi oleh kemampuan sekolah, guru, dan keluarga beradaptasi. Meskipun konteksnya adalah pembelajaran darurat, pelajarannya relevan untuk STEM PAUD: belajar anak kecil membutuhkan kedekatan, relasi, bahan konkret, dan komunikasi antara guru serta orang tua. Rahiem, Fitri, dan Faeruz (Rahiem et al., 2022) juga menunjukkan bahwa media pembelajaran yang menarik, sesuai kurikulum, tahap perkembangan anak, dan kondisi orang tua membantu anak tetap belajar. Dalam STEM, prinsip ini berarti aktivitas tidak boleh hanya bagus di atas kertas. Aktivitas harus mungkin dilakukan oleh guru dan keluarga dengan sumber daya yang tersedia.

Lingkungan sekitar juga perlu dipahami sebagai laboratorium pertama anak. Halaman, kebun, selokan, dapur, pasar, jalan, masjid, ruang kelas, dan benda bekas dapat menjadi sumber masalah dan bahan belajar. Campbell dan Speldewinde (2022) menunjukkan bahwa STEM anak usia dini dapat dihubungkan dengan pendidikan keberlanjutan. Ini penting untuk Indonesia, karena banyak satuan PAUD memiliki

akses pada bahan alam dan budaya lokal yang kaya, meskipun mungkin tidak memiliki perangkat teknologi canggih. STEM yang baik tidak selalu mahal. Panduan Kemendikdasmen (Kemendikdasmen, 2025b) juga menegaskan bahwa implementasi STEM dapat dimulai dari masalah sederhana, waktu singkat, dan alat minimal. Prinsip ini penting agar STEM PAUD tidak menjadi program elitis, melainkan pendekatan yang dapat dihidupkan di berbagai satuan pendidikan.

5. STEM yang sesuai perkembangan: mudah, murah, menggembirakan, *mindful*, dan *meaningful*

Tema kelima adalah pentingnya memastikan STEM sesuai dengan karakteristik perkembangan anak. Salah satu risiko besar pembelajaran STEM di PAUD adalah akademisasi dini. Jika STEM dipahami sebagai pengajaran konsep formal, lembar kerja berlebihan, instruksi kaku, atau produk jadi yang harus seragam, maka STEM justru bertentangan dengan hakikat PAUD. Anak usia dini membutuhkan gerak, permainan, imajinasi, hubungan hangat, benda konkret, pilihan, pengulangan, dan kesempatan untuk mengekspresikan diri. Karena itu, STEM PAUD harus mudah, murah, menggembirakan, *mindful*, dan *meaningful*. Mudah berarti dapat dipahami dan dilakukan anak. Murah berarti tidak bergantung pada alat mahal. Menggembirakan berarti mempertahankan rasa senang dan aman. *Mindful* berarti guru sadar pada proses, emosi, keselamatan, dan makna belajar. *Meaningful* berarti kegiatan terhubung dengan kehidupan anak.

Literatur tentang bermain memberi dasar kuat untuk prinsip tersebut. Skene et al. (2022) menunjukkan bahwa *guided play* dapat mendukung pembelajaran anak. Dalam STEM PAUD, *guided play* berarti guru tidak mengambil alih permainan, tetapi juga tidak meninggalkan anak tanpa perluasan berpikir. Guru menyediakan bahan, memberi tantangan, mengamati, bertanya, mengajak anak membandingkan, dan menolong anak menceritakan proses. Rahiem (2021) tentang storytelling digital juga mengingatkan bahwa pengalaman belajar anak usia dini dapat menjadi bermakna ketika anak diberi ruang untuk mengorganisasi dan mengekspresikan gagasan. Dalam STEM, ekspresi gagasan dapat berupa cerita tentang bangunan yang dibuat, gambar rancangan, penjelasan mengapa sesuatu tidak berhasil, atau percakapan tentang cara mencoba lagi.

Kesesuaian perkembangan juga berarti menerima bahwa hasil STEM anak tidak selalu rapi. Bangunan miring, gambar rancangan yang belum proporsional, kapal yang tenggelam, atau penjelasan yang belum ilmiah tetap berharga karena menunjukkan proses berpikir. Guru perlu membaca proses, bukan hanya produk. Dokumentasi belajar dapat berupa catatan anekdot, foto proses, kutipan ucapan anak, rekaman percakapan, dan portofolio karya. Penilaian tidak diarahkan pada benar-

salah semata, tetapi pada bagaimana anak mengamati, mencoba, bekerja sama, menggunakan bahan, membuat alasan, dan memperbaiki.

PISA memberi analogi penting tentang penggunaan pengetahuan dalam kehidupan nyata, tetapi PAUD perlu membangun fondasinya dengan cara yang sesuai usia. Anak tidak perlu dipersiapkan untuk tes, melainkan untuk menjadi pembelajar yang ingin tahu dan mampu menggunakan pikirannya. Literasi, numerasi, dan sains awal dapat tumbuh melalui pengalaman sederhana: membagi makanan, menyusun pola, mencampur warna, mengukur air, menanam biji, membandingkan panjang, mengamati bayangan, dan membuat alat dari bahan bekas. Ketika anak memahami bahwa pengetahuan membantu menyelesaikan masalah kecil dalam hidupnya, mereka mulai membangun hubungan positif dengan belajar.

Dengan demikian, pembelajaran STEM di PAUD perlu dijaga agar tidak berubah menjadi proyek prestisius orang dewasa. Anak tidak perlu selalu menghasilkan produk yang tampak indah bagi media sosial sekolah. Yang lebih penting adalah apakah anak terlibat, berpikir, bertanya, mencoba, bekerja sama, dan memahami sesuatu sedikit lebih baik daripada sebelumnya. STEM yang sesuai perkembangan tidak mengorbankan bermain demi akademik, melainkan menjadikan bermain sebagai jalan menuju berpikir. STEM seperti ini juga lebih inklusif, karena anak dengan kemampuan berbeda dapat berpartisipasi melalui berbagai cara: menyentuh, menyusun, menunjuk, bercerita, menggambar, bergerak, atau bekerja bersama teman. Kajian Kewalramani et al. (Kewalramani et al., 2024) menguatkan pentingnya sumber multimodal dalam STEM anak usia dini karena anak dapat mengekspresikan pemahamannya melalui tindakan, gambar, benda, bahasa, gerak, dan representasi lain yang tidak tunggal.

Tabel 3. Prinsip pedagogis STEM PAUD berdasarkan sintesis tematik

Prinsip	Bentuk praktik di kelas PAUD	Risiko yang perlu dihindari
Berangkat dari masalah nyata	Guru mengangkat masalah dari kelas, rumah, alam, atau permainan anak, lalu mengubahnya menjadi tantangan sederhana.	Masalah terlalu abstrak atau tidak dapat dirasakan anak.
Bermain sebagai medium berpikir	Anak mengeksplorasi bahan, membuat, membongkar, mencoba ulang, dan bercerita tentang prosesnya.	Bermain hanya menjadi selingan atau kegiatan bebas tanpa perluasan berpikir.
Pertanyaan lebih penting daripada jawaban cepat	Guru bertanya apa yang terjadi, mengapa, bagaimana jika, dan apa yang dapat dicoba lagi.	Guru terlalu cepat memberi jawaban atau mendemonstrasikan seluruh solusi.
Kegagalan aman sebagai bagian belajar	Anak diberi kesempatan memperbaiki bangunan, alat, atau rancangan yang belum berhasil.	Kegagalan dibaca sebagai kesalahan anak, bukan sebagai data untuk berpikir.
Bahan sederhana dan kontekstual	Balok, air, pasir, daun, kardus, botol bekas, kain, dan benda sehari-hari digunakan secara kreatif.	STEM dianggap harus menggunakan alat mahal atau teknologi digital.

Dokumentasi proses	Guru mencatat ucapan, strategi, kolaborasi, dan perubahan gagasan anak.	Penilaian hanya melihat produk akhir yang rapi dan seragam.
--------------------	---	---

Dari lima tema tersebut, dapat dirumuskan bahwa STEM PAUD adalah pendekatan pedagogis yang menghubungkan masalah nyata, permainan, praktik saintifik, praktik engineering, integrasi disiplin, dan ekosistem belajar. Ia tidak berdiri sebagai program tambahan, melainkan dapat masuk ke dalam kegiatan harian PAUD: pembukaan, bermain sentra, eksplorasi luar ruang, cerita, proyek kelas, makan bersama, kebun sekolah, dan refleksi akhir hari. Tantangannya adalah bagaimana guru merancang kegiatan sederhana yang cukup terbuka untuk anak, tetapi cukup terarah untuk menumbuhkan berpikir.

Kesimpulan

Tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa pembelajaran STEM di PAUD perlu dipahami sebagai pendekatan bermain-belajar yang membantu anak berpikir dan memecahkan masalah, bukan sebagai percepatan pengajaran sains dan matematika formal. Literatur yang dianalisis memperlihatkan bahwa karakteristik utama STEM, yaitu pemecahan masalah, praktik saintifik dan engineering, serta integrasi lintas disiplin, sangat selaras dengan cara anak usia dini belajar melalui eksplorasi, permainan, benda konkret, cerita, gerak, relasi, dan percobaan berulang.

PAUD merupakan ekosistem strategis karena berada pada titik awal perjumpaan anak dengan pendidikan di luar keluarga. Di ruang ini, anak dapat belajar bahwa pengetahuan berguna untuk memahami dan merawat kehidupan sehari-hari. STEM yang tepat untuk PAUD adalah STEM yang mudah, murah, menggembirakan, *mindful*, dan *meaningful*. Ia hadir dalam pertanyaan, permainan, proyek sederhana, bahan terbuka, kegagalan aman, komunikasi gagasan, dan keterlibatan guru serta keluarga. Dengan demikian, STEM PAUD bukan program tambahan yang berat, melainkan cara memperkaya praktik PAUD yang sudah dekat dengan rasa ingin tahu anak.

Artikel ini menyarankan agar pengembangan STEM PAUD di Indonesia difokuskan pada peningkatan kapasitas guru dalam merancang masalah kontekstual, mengelola *guided play*, mendokumentasikan proses berpikir anak, dan melibatkan keluarga. Penelitian berikutnya perlu mengkaji model implementasi STEM PAUD dalam berbagai konteks satuan pendidikan, termasuk PAUD dengan sumber daya terbatas, agar pendekatan ini tidak berhenti sebagai wacana, tetapi menjadi praktik pedagogis yang adil, bumi, dan bermakna bagi anak. Dengan demikian, STEM PAUD dapat menjadi fondasi awal literasi fungsional: anak belajar menggunakan pengetahuan untuk memahami, merawat, dan memperbaiki kehidupan sehari-hari.

Daftar Pustaka

- Akcay Malcok, B., & Ceylan, R. (2022). The effects of STEM activities on the problem-solving skills of 6-year-old preschool children. *European Early Childhood Education Research Journal*, 30(3), 423–436.
- Alexandre, S., Xu, Y., Washington-Nortey, M., & Chen, C. (2022). Informal STEM Learning for Young Children: A Systematic Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8299. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148299>
- Alucyana, A., & Raihana, R. (2023). Pembelajaran Saintifik dalam Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Memecahkan Masalah pada Anak. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(1), 829–841. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i1.4096>
- Ata-Aktürk, A., & Demircan, H. Ö. (2021). Supporting preschool children's STEM learning with parent-involved early engineering education. *Early Childhood Education Journal*, 49(4), 607–621.
- Campbell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early Childhood STEM Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>
- Chen, Y.-L., & Tippet, C. D. (2022). Project-Based Inquiry in STEM Teaching for Preschool Children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), em2093. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11899>
- Damjanovic, V., & Ward, J. (2024). Exploring inquiry-based STEM in preschool: The treehouse project. *School Science and Mathematics*, 124(5), 359–367. <https://doi.org/10.1111/ssm.12640>
- Imamah, Z., & Muqowim, M. (2020). Pengembangan kreativitas dan berpikir kritis pada anak usia dini melalui metode pembelajaran berbasis STEAM and loose part. *Yinyang: Jurnal Studi Islam Gender Dan Anak*, 263–278. <https://doi.org/10.24090/yinyang.v15i2.3917>
- Kemendikdasmen. (2025a). *Guru lebih kreatif, siswa lebih aktif: Kemendikdasmen hadirkan panduan dan buku kurasi STEM 2025*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. Kemendikdasmen. <https://www.kemendikdasmen.go.id/siaran-pers/13707-guru-lebih-kreatif-siswa-lebih-aktif-kemendikdasmen-hadirkan-panduan-dan-buku-kurasi-stem-2025>
- Kemendikdasmen. (2025b). *Panduan pembelajaran STEM: Sains, teknologi, enjinering, dan matematika*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. https://repositori.kemendikdasmen.go.id/33606/1/Panduan%20STEM%2022_09_2025%20FA%20fix%203.pdf
- Kewalramani, S., Aranda, G., Sun, J., Richards, G., Hobbs, L., Xu, L., Millar, V., Dealy, B., & Van Leuven, B. (2024). A Systematic Review of the Role of Multimodal

- Resources for Inclusive STEM Engagement in Early-Childhood Education. *Education Sciences*, 14(6), 604. <https://doi.org/10.3390/educsci14060604>
- Kurnia, A., & Nasrudin, D. (2022). Mengukur Efektivitas Pelatihan Implementasi Pembelajaran STEAM- Loose Parts pada Guru PAUD. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(4), 3727–3738. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i4.2372>
- Leung, W. M. V. (2023). STEM Education in Early Years: Challenges and Opportunities in Changing Teachers' Pedagogical Strategies. *Education Sciences*, 13(5), 490. <https://doi.org/10.3390/educsci13050490>
- Lin, X., Yang, W., Wu, L., Zhu, L., Wu, D., & Li, H. (2021). Using an Inquiry-Based Science and Engineering Program to Promote Science Knowledge, Problem-Solving Skills and Approaches to Learning in Preschool Children. *Early Education and Development*, 32(5), 695–713. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1795333>
- MacDonald, A., Danaia, L., Sikder, S., & Huser, C. (2021). Early Childhood Educators' Beliefs and Confidence Regarding STEM Education. *International Journal of Early Childhood*, 53(3), 241–259. <https://doi.org/10.1007/s13158-021-00295-7>
- 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>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., & Brennan, S. E. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029, Pemerintah Republik Indonesia (2025). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/314638/perpres-no-12-tahun-2025>
- PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. (2023). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Quro, Q., & Choiriyah, C. (2022). Exploration of the application of story-based science literacy learning strategies and experimental projects in early childhood. *Journal of Early Childhood Education (JECE)*, 3(2), 75–89. <https://doi.org/10.15408/jece.v3i2.22202>
- Rahardjo, M. M. (2019). How to use loose-parts in STEAM? Early childhood educators focus group discussion in Indonesia. *JPUD-Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 13(2), 310–326.
- Rahayu, S. R., & Priyanthi, N. (2024). Enhancing The Quality of Teaching Models in Developing The Characteristics of Early Childhood Education Through Project-Based Learning. *Journal of Early Childhood Education (JECE)*, 6(1), 43–86. <https://doi.org/10.15408/jece.v6i1.33618>

- Rahiem, M. D. H. (2021). Storytelling in early childhood education: Time to go digital. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 15(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40723-021-00081-x>
- Rahiem, M. D. H. (2024). Early childhood education contingencies for sustaining learning during school closures: Lessons from preschool remote education home visits in Indonesia during the COVID-19 pandemic. *Children and Youth Services Review*, 166, 107955.
- Rahiem, M. D. H., Fitri, A., & Faeruz, R. (2022). Video Pembelajaran dan Lembar Kerja pada Pembelajaran Anak Usia Dini Selama COVID-19. *Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(5), 3967–3980. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i5.2435>
- Rahma, B. A., Kustiono, K., & Setiawan, D. (2023). Penerapan Merdeka Belajar dengan Media Berbahan Loose Part pada Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(4), 3991–4001. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i4.4926>
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). STEM/STEAM in Early Childhood Education for Sustainability (ECEfS): A Systematic Review. *Sustainability*, 15(4), 3721. <https://doi.org/10.3390/su15043721>
- Sit, M., & Rakhmawati, F. (2022). Pengembangan Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics pada Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 6813–6826. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3496>
- Skene, K., O'Farrelly, C. M., Byrne, E. M., Kirby, N., Stevens, E. C., & Ramchandani, P. G. (2022). Can guidance during play enhance children's learning and development in educational contexts? A systematic review and meta-analysis. *Child Development*, 93(4), 1162–1180. <https://doi.org/10.1111/cdev.13730>
- Suryani, L., & Angela, E. N. (2024). Penggunaan Metode Read Aloud dalam Pengembangan Berpikir Kritis Anak Usia Dini. *Journal of Early Childhood Education (JECE)*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.15408/jece.v6i1.34579>
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R., & Syamsuddin, M. M. (2020). STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>
- Wahyuningsih, S., Pudyaningtyas, A. R., Nurjanah, N. E., Dewi, N. K., Hafidah, R., Syamsuddin, M. M., & Sholeha, V. (2020). The utilization of loose parts media in STEAM learning for early childhood. *Early Childhood Education and Development Journal*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.20961/ecedj.v2i2.46326>
- Wan, Z. H., Jiang, Y., & Zhan, Y. (2021). STEM Education in Early Childhood: A Review of Empirical Studies. *Early Education and Development*, 32(7), 940–962. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1814986>

Yalçın, V., & Erden, Ş. (2023). Design oriented STEM education with preschool children. *Southeast Asia Early Childhood Journal*, 12(1), 40-53.
<https://doi.org/10.37134/saecj.vol12.1.4.2023>