

IMPLEMENTASI PENDIDIKAN SAINS BERBASIS STEAM UNTUK MEMBENTUK GENERASI INOVATIF DI SEKOLAH DASAR

Nurlian

Universitas Sulawesi Tenggara
nurlyannurlyan36@gmail.com

Mildayanti

Universitas Sulawesi Tenggara
milda8974@gmail.com

ST. Rohani

Universitas Sulawesi Tenggara
rohanisitti983@gmail.com

Titi Anita

Universitas Sulawesi Tenggara
titianitaa24@gmail.com

Eko Prayudi

Universitas Sulawesi Tenggara
ekoprayudi31@gmail.com

Abstract: *STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)-based education has become a relevant learning approach in responding to the challenges of the 21st century. This study aims to analyze the implementation of STEAM-based science education in elementary schools in order to form an innovative generation. Literature studies were conducted by reviewing articles, journals, and books related to the application of STEAM in elementary education. The results show that the STEAM approach can improve creativity, critical thinking skills, collaboration, and problem solving in students. In addition, the integration of art in STEAM can create more holistic learning. Challenges in implementation include limited resources, teacher training, and appropriate curriculum development. Recommendations are provided to support the successful implementation of STEAM in elementary schools.*

Keywords: *STEAM, Science Education, Innovation, Elementary School, 21st Century Learning*

Abstrak : Pendidikan berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) telah menjadi pendekatan pembelajaran yang relevan dalam menjawab tantangan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi pendidikan sains berbasis STEAM di sekolah dasar dalam rangka membentuk generasi yang inovatif. Studi literatur dilakukan dengan mengkaji artikel, jurnal, dan buku terkait penerapan STEAM dalam pendidikan dasar. Hasil menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dapat meningkatkan kreativitas, kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah pada siswa. Selain itu, integrasi seni dalam STEAM mampu menciptakan pembelajaran yang lebih holistik. Tantangan dalam implementasi meliputi keterbatasan sumber daya, pelatihan guru, dan pengembangan kurikulum yang sesuai. Rekomendasi diberikan untuk mendukung keberhasilan penerapan STEAM di sekolah dasar.

Kata Kunci: STEAM, Pendidikan Sains, Inovasi, Sekolah Dasar, Pembelajaran Abad Ke-21

PENDAHULUAN

Pendidikan sains berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) telah menjadi salah satu pendekatan inovatif yang berkembang pesat dalam dunia pendidikan. Pendekatan ini dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang terintegrasi, di mana siswa tidak hanya memahami konsep-konsep sains, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam berbagai konteks, termasuk teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Pada tingkat sekolah dasar, implementasi STEAM dianggap sebagai langkah strategis untuk membentuk generasi yang inovatif dan adaptif terhadap perkembangan zaman (Kim et al., 2022; Wang & Chiang, 2021).

Pendekatan STEAM tidak hanya berfokus pada penguasaan teori, tetapi juga menekankan pentingnya kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Hal ini sesuai dengan kebutuhan abad ke-21, di mana keterampilan seperti berpikir kritis, inovasi, dan kemampuan bekerja dalam tim menjadi sangat penting. Menurut National Research Council (2021), pengintegrasian seni dalam pembelajaran sains dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir secara holistik dan menciptakan

solusi yang kreatif terhadap tantangan yang kompleks.

Pada tingkat sekolah dasar, pengenalan pendidikan berbasis STEAM dilakukan dengan memanfaatkan rasa ingin tahu alami siswa. Siswa diajak untuk mengeksplorasi dan mempelajari konsep-konsep melalui kegiatan praktis seperti eksperimen, proyek, atau simulasi. Metode ini tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih menarik, tetapi juga membantu siswa menghubungkan ilmu pengetahuan dengan kehidupan sehari-hari mereka (Liu et al., 2023; Chen & Wang, 2022).

Selain itu, pendekatan ini memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan teknologi sejak dini. Dengan kemajuan pesat teknologi digital, penguasaan keterampilan ini menjadi semakin relevan. Menurut penelitian oleh Johnson et al. (2022), siswa yang belajar melalui pendekatan STEAM menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep teknologi dan kemampuannya untuk menggunakannya secara efektif dalam menyelesaikan masalah.

Implementasi STEAM juga berperan dalam mendorong inklusivitas dalam pendidikan. Dengan memadukan seni ke dalam sains, siswa dengan minat yang

berbeda memiliki peluang untuk terlibat dalam pembelajaran. Pendekatan ini menjembatani berbagai gaya belajar, mulai dari siswa yang lebih berbasis visual hingga mereka yang lebih berbasis kinestetik, sehingga meningkatkan partisipasi dan keberhasilan belajar secara keseluruhan (Smith et al., 2021).

Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi STEAM di sekolah dasar tidak bebas dari tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kesiapan guru dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu ini ke dalam pembelajaran sehari-hari. Studi oleh Park et al. (2022) menunjukkan bahwa pelatihan guru yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk memastikan keberhasilan implementasi STEAM di kelas.

Selain itu, pengembangan kurikulum yang sesuai juga menjadi perhatian. Pendekatan STEAM menuntut fleksibilitas dalam desain kurikulum agar dapat mengakomodasi proyek-proyek interdisipliner yang kompleks. Penelitian oleh Ryu et al. (2023) menekankan perlunya kolaborasi antara pendidik, pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan untuk menciptakan ekosistem pendidikan yang mendukung.

Dengan segala potensi dan tantangannya, pendidikan sains berbasis

STEAM menawarkan peluang besar untuk menciptakan generasi inovatif yang tidak hanya memahami sains, tetapi juga mampu menerapkannya secara kreatif dalam berbagai bidang. Penerapan yang sukses memerlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk guru, sekolah, dan komunitas pendidikan secara luas, untuk memastikan bahwa siswa mendapatkan pengalaman belajar yang bermakna dan relevan.

METODE

Studi ini menggunakan metode studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisis artikel, jurnal, buku, dan laporan penelitian terkait implementasi STEAM dalam pendidikan dasar. Literatur yang dipilih berasal dari sumber terpercaya dalam kurun waktu lima tahun terakhir untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran data. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi tema utama, seperti manfaat STEAM, tantangan implementasi, dan strategi penerapan yang efektif.

Adapun langkah-langkah penelitian studi literatur sebagai berikut : 1) Penentuan topik dan tujuan penelitian, 2) Pencarian dan Pengumpulan Sumber Literatur, 3) Evaluasi Kualitas dan Relevansi Sumber, 4) Analisis dan Sintesis Literatur, 5) Penyusunan Kerangka Teoritis, 6) Penulisan Laporan dan Kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Manfaat Pendidikan STEAM di Sekolah Dasar

1. Peningkatan Kreativitas dan Inovasi

Pendidikan STEAM (Sains, Teknologi, Rekayasa, Seni, dan Matematika) mendorong siswa untuk mengembangkan kreativitas dan inovasi melalui pendekatan integratif yang melibatkan eksplorasi aktif, eksperimen, dan penciptaan solusi kreatif untuk masalah yang relevan dalam kehidupan nyata. Integrasi seni dalam STEAM memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengekspresikan ide-ide mereka secara visual, konseptual, dan bahkan musikal. Hal ini mengarah pada pengembangan pemikiran kreatif yang tidak hanya terbatas pada pengetahuan sains, tetapi juga pada kemampuan mereka untuk berimajinasi dan berpikir di luar batasan konvensional.

Menurut Kim et al. (2022), keterlibatan siswa dalam proyek berbasis STEAM dapat meningkatkan secara signifikan kemampuan mereka untuk menghasilkan solusi yang unik dan inovatif. Mereka tidak hanya didorong untuk memahami teori, tetapi juga untuk mengimplementasikan pengetahuan tersebut dalam proyek-proyek nyata yang memerlukan pengujian ide dan kreativitas.

Penelitian ini menemukan bahwa siswa yang terlibat dalam pembelajaran STEAM cenderung menunjukkan peningkatan dalam kreativitas dan inovasi mereka, yang tercermin dalam cara mereka menyelesaikan masalah dan merancang solusi.

Pendekatan STEAM juga memberikan manfaat yang besar dalam pengembangan kemampuan berpikir lateral, yaitu kemampuan untuk berpikir secara kreatif dan menemukan solusi yang tidak biasa. Sebagai contoh, dalam proyek desain teknologi atau alat, siswa dapat menggabungkan prinsip-prinsip fisika dan rekayasa dengan elemen seni untuk menciptakan produk yang tidak hanya fungsional tetapi juga estetis. Ini menumbuhkan keterampilan inovatif yang dapat diterapkan di berbagai bidang kehidupan.

Beberapa studi juga menunjukkan bahwa menghubungkan konsep-konsep ilmiah dengan seni dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Dalam penelitian oleh Zhang et al. (2021), ditemukan bahwa siswa yang belajar melalui pendekatan STEAM lebih tertarik untuk mengeksplorasi masalah dan mencari solusi kreatif karena mereka merasa bahwa pelajaran tersebut lebih relevan dan menyenangkan. Ini membantu mereka

melihat keterkaitan antara dunia akademik dan dunia nyata, memperkaya pengalaman belajar mereka dan menumbuhkan semangat untuk berinovasi.

2. Penguatan Kemampuan Berpikir Kritis

Pendekatan berbasis proyek dalam pendidikan STEAM berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa melalui keterlibatan aktif dalam menganalisis masalah, mengevaluasi informasi, dan membuat keputusan berdasarkan data dan bukti yang ada. Dalam model pembelajaran ini, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga menerapkan pengetahuan mereka dalam konteks dunia nyata. Mereka dilatih untuk memecahkan masalah secara mandiri dan dalam kelompok, yang melibatkan identifikasi masalah, pencarian solusi, serta evaluasi dan pemilihan solusi yang paling efektif.

Penelitian oleh Wang dan Chiang (2021) menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam pembelajaran berbasis STEAM memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti metode pembelajaran tradisional. Siswa STEAM didorong untuk berpikir analitis, mengevaluasi bukti, dan mempertimbangkan berbagai perspektif sebelum membuat keputusan. Proses ini

membantu mereka untuk mengasah keterampilan berpikir kritis yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari dan di dunia profesional.

Selain itu, dalam konteks pembelajaran STEAM, eksperimen dan simulasi memberikan kesempatan kepada siswa untuk menguji hipotesis dan menilai hasil yang diperoleh secara langsung. Hal ini meningkatkan pemahaman mereka tentang cara kerja dunia nyata dan pentingnya mengambil keputusan berdasarkan data yang valid. Misalnya, dalam eksperimen fisika atau biologi, siswa dapat mengamati langsung hasil dari variabel yang diubah, kemudian menganalisis apakah hasilnya sesuai dengan teori atau memerlukan penyesuaian.

Melalui pengalaman ini, siswa tidak hanya belajar materi pelajaran, tetapi juga mengembangkan kemampuan untuk berpikir lebih mendalam, mempertanyakan asumsi yang ada, dan membuat keputusan yang lebih terinformasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al. (2022), pendekatan STEAM juga membantu siswa dalam mengidentifikasi masalah dan berpikir secara sistematis untuk menemukan solusi yang tepat, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan kehidupan di masa depan.

3. Kolaborasi dan Komunikasi

Dalam pendidikan STEAM, kolaborasi dan komunikasi menjadi keterampilan kunci yang terus berkembang seiring siswa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan berbagai proyek. Proyek-proyek ini memungkinkan siswa untuk berbagi ide, mendengarkan pandangan orang lain, dan menyusun solusi bersama-sama. Pembelajaran berbasis STEAM mengajarkan siswa untuk bekerja secara timbal balik, menghargai kontribusi setiap anggota tim, dan berkomunikasi secara efektif. Kemampuan untuk bekerja dalam tim ini sangat penting karena dunia kerja masa depan menuntut kolaborasi lintas disiplin yang efisien.

Penelitian oleh Johnson et al. (2022) menunjukkan bahwa dalam pembelajaran STEAM berbasis kolaborasi, siswa menunjukkan peningkatan kemampuan dalam berbagi ide, mendengarkan pendapat orang lain, dan berkomunikasi secara lebih terbuka. Mereka belajar untuk mengintegrasikan berbagai perspektif dan merumuskan solusi yang lebih matang melalui diskusi kelompok. Kegiatan kolaboratif ini tidak hanya bermanfaat untuk meningkatkan keterampilan sosial mereka, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir kritis dalam merumuskan

dan mengevaluasi solusi terhadap masalah yang dihadapi.

Kolaborasi dalam STEAM juga mendorong keterampilan negosiasi dan pengambilan keputusan bersama, yang membantu siswa untuk memahami pentingnya keberagaman dalam pemecahan masalah. Dengan bekerja dalam tim, siswa belajar untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan masing-masing anggota, dan saling mendukung untuk mencapai tujuan bersama. Penelitian oleh Lee dan Lee (2021) juga menekankan bahwa pembelajaran STEAM mendorong siswa untuk lebih terbuka terhadap ide-ide baru dan menerima kritik konstruktif dari rekan-rekan mereka.

Lebih jauh lagi, pembelajaran berbasis STEAM mengajarkan pentingnya komunikasi yang jelas dan terstruktur. Siswa dilatih untuk menyampaikan ide dan temuan mereka dengan cara yang dapat dipahami oleh orang lain, baik secara lisan maupun tulisan. Ini sangat relevan dengan kebutuhan di dunia profesional di mana komunikasi efektif sangat penting, terutama dalam tim yang multidisiplin.

4. Literasi Teknologi

Pendidikan STEAM memperkenalkan siswa pada teknologi dan keterampilan digital yang sangat penting

dalam dunia yang semakin digital. Melalui penggunaan perangkat lunak, alat-alat teknologi, dan aplikasi digital lainnya, siswa belajar bagaimana menerapkan teknologi untuk memecahkan masalah nyata. Tidak hanya itu, pendidikan STEAM juga membantu siswa memahami konsep dasar terkait teknologi, yang memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perkembangan teknologi di masa depan.

Studi oleh Liu et al. (2023) menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam pendidikan STEAM menunjukkan tingkat literasi digital yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang tidak terpapar pada pembelajaran berbasis teknologi. Mereka lebih percaya diri dalam menggunakan berbagai perangkat teknologi dan lebih siap menghadapi tantangan yang terkait dengan digitalisasi. Kepercayaan diri ini penting karena keterampilan digital menjadi kebutuhan dasar di hampir semua bidang pekerjaan, terutama dengan kemajuan teknologi yang pesat.

Dalam pendidikan dasar, pengenalan terhadap teknologi melalui STEAM tidak hanya terbatas pada pengoperasian alat atau perangkat, tetapi juga melibatkan pemahaman mendalam tentang konsep-konsep yang mendasari penggunaan

teknologi. Siswa, misalnya, dapat belajar tentang pemrograman komputer, penggunaan alat digital untuk eksperimen ilmiah, atau cara menggunakan perangkat lunak desain untuk menciptakan karya seni. Ini memberikan mereka keterampilan yang lebih luas dan lebih aplikatif yang akan sangat berguna di masa depan.

Penelitian lain oleh Zhang et al. (2022) juga mengungkapkan bahwa keterlibatan siswa dalam proyek-proyek berbasis teknologi dalam konteks STEAM meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir kritis dan analitis terkait penggunaan teknologi. Dengan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran sains, seni, matematika, dan rekayasa, siswa dapat memahami hubungan antar disiplin yang berbeda, serta mengasah keterampilan teknis yang diperlukan untuk sukses dalam dunia yang semakin mengandalkan teknologi.

B. Tantangan Implementasi STEAM

1. Keterbatasan Sumber Daya

Salah satu tantangan utama dalam implementasi pendidikan STEAM di sekolah dasar adalah keterbatasan sumber daya. Banyak sekolah menghadapi kendala dalam menyediakan peralatan, bahan ajar, dan fasilitas yang mendukung pembelajaran berbasis STEAM. Peralatan seperti

perangkat teknologi, alat eksperimen, dan perangkat lunak khusus sering kali tidak tersedia, terutama di sekolah-sekolah di daerah pedesaan atau terpencil. Situasi ini membatasi kemampuan guru dan siswa untuk sepenuhnya mengeksplorasi pendekatan integratif yang ditawarkan oleh STEAM.

Tanpa fasilitas yang memadai, proses pembelajaran menjadi kurang optimal, dan tujuan STEAM untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 sulit tercapai. Studi oleh Tan et al. (2021) mengidentifikasi bahwa kurangnya infrastruktur adalah salah satu hambatan terbesar dalam penerapan STEAM di negara berkembang. Hal ini diperkuat oleh penelitian Wang dan Lee (2022), yang menemukan bahwa sekolah dengan sumber daya terbatas cenderung mengadopsi pendekatan pembelajaran yang lebih sederhana dan tradisional, karena sulitnya mengakses peralatan teknologi dan bahan ajar yang sesuai.

Untuk mengatasi tantangan ini, beberapa strategi dapat diadopsi, seperti kolaborasi dengan komunitas lokal dan organisasi non-profit untuk mendapatkan dukungan dalam bentuk hibah atau donasi peralatan. Selain itu, pemanfaatan bahan ajar berbasis teknologi murah, seperti aplikasi open-source atau alat eksperimen sederhana,

dapat menjadi solusi alternatif. Penelitian oleh Liu et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis komunitas dan inovasi teknologi sederhana dapat membantu mengurangi kesenjangan sumber daya di sekolah-sekolah yang kurang beruntung.

2. Pelatihan Guru

Guru memegang peranan sentral dalam implementasi pendidikan STEAM, terutama dalam mendesain dan menjalankan pembelajaran berbasis proyek yang efektif. Untuk mendukung hal ini, pelatihan guru yang berkualitas menjadi sebuah keharusan. Pelatihan tersebut harus mencakup pemahaman mendalam tentang pendekatan STEAM, teknik integrasi antardisiplin, dan strategi pengelolaan kelas yang relevan. Guru juga perlu dilatih untuk memanfaatkan teknologi serta mengembangkan kemampuan analitis dan kreatif siswa dalam pembelajaran.

Menurut Lee dan Kim (2022), guru yang menerima pelatihan intensif tentang STEAM lebih percaya diri dalam mengaplikasikan pendekatan ini di kelas. Pelatihan tersebut memungkinkan mereka untuk memahami bagaimana mengintegrasikan ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika ke dalam kurikulum sekolah dasar, sekaligus menciptakan pengalaman belajar yang

menarik bagi siswa. Sebaliknya, kurangnya pelatihan memadai sering kali menjadi penghalang utama, di mana guru kesulitan merancang pembelajaran berbasis proyek yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Studi lain oleh Nugraha et al. (2021) menunjukkan bahwa pelatihan yang melibatkan simulasi proyek STEAM meningkatkan kompetensi guru dalam mengelola kegiatan kolaboratif di kelas. Hasilnya, guru mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis, di mana siswa diajak untuk berpikir kreatif dan kritis dalam menyelesaikan masalah nyata. Sayangnya, tantangan logistik seperti biaya pelatihan dan keterbatasan akses ke pelatihan berkualitas masih menjadi kendala di banyak sekolah.

Sebagai solusi, kolaborasi antara sekolah, pemerintah, dan lembaga pendidikan tinggi diperlukan untuk menyelenggarakan pelatihan berkelanjutan. Selain itu, platform pembelajaran daring juga dapat dimanfaatkan untuk menyediakan pelatihan yang lebih fleksibel dan terjangkau bagi para guru. Penelitian oleh Wang et al. (2023) menyarankan penggunaan teknologi digital untuk menghadirkan pelatihan STEAM berbasis video dan modul interaktif yang dapat diakses kapan saja.

3. Pengembangan Kurikulum

Kurikulum berbasis STEAM perlu dirancang secara holistik untuk memastikan integrasi yang harmonis antara sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Sebuah kurikulum STEAM yang baik harus tidak hanya berfokus pada satu elemen saja, tetapi juga menciptakan hubungan antardisiplin ilmu, sehingga siswa memahami keterkaitan dan penerapannya dalam konteks kehidupan nyata. Dalam pengembangan kurikulum, pendekatan berbasis proyek (*project-based learning*) sering digunakan untuk memberikan pengalaman belajar yang relevan dan menarik bagi siswa.

Smith et al. (2020) menyatakan bahwa kurangnya struktur dalam pengembangan kurikulum STEAM dapat menyebabkan kebingungan siswa, yang menghambat kemampuan mereka untuk memahami hubungan antar disiplin ilmu. Kurikulum yang tidak terorganisir juga berisiko mengurangi efektivitas implementasi STEAM, karena siswa mungkin merasa bahwa materi yang dipelajari tidak saling berhubungan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menyusun kurikulum STEAM yang terencana dengan baik dan selaras dengan standar pendidikan nasional.

Selain itu, pengembangan kurikulum STEAM perlu memperhatikan konteks lokal dan kebutuhan siswa. Menurut penelitian oleh Johnson dan Park (2021), kurikulum yang dirancang dengan mempertimbangkan budaya dan lingkungan lokal lebih efektif dalam membangkitkan minat siswa serta relevansi pembelajaran mereka. Misalnya, proyek berbasis STEAM yang mengintegrasikan teknologi dengan seni tradisional dapat memberikan pengalaman belajar yang kaya dan bermakna bagi siswa.

Tantangan lainnya dalam pengembangan kurikulum STEAM adalah keterbatasan waktu dalam kalender akademik dan beban materi yang harus diajarkan. Hal ini sering kali memaksa guru untuk memilih elemen tertentu dari STEAM yang dirasa lebih prioritas, sehingga mengurangi pengalaman holistik siswa. Untuk mengatasi hal ini, penyesuaian jadwal dan penyederhanaan kurikulum menjadi penting agar tetap memenuhi kebutuhan pembelajaran tanpa mengorbankan esensi STEAM.

Solusi yang dapat diterapkan adalah melibatkan kolaborasi antara pemerintah, institusi pendidikan, dan para ahli dalam pengembangan kurikulum STEAM yang terintegrasi dan adaptif. Penelitian oleh Liu

et al. (2022) menunjukkan bahwa kurikulum yang dirancang dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan lebih cenderung memenuhi kebutuhan siswa dan memfasilitasi pelaksanaan STEAM secara optimal.

4. Minimnya Kesadaran dan Dukungan

Pendidikan STEAM, meskipun telah terbukti efektif dalam membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21, masih kurang dipahami dan didukung oleh banyak pihak, termasuk pendidik, orang tua, dan pembuat kebijakan. Kurangnya pemahaman ini seringkali menghambat implementasi STEAM, terutama di tingkat sekolah dasar. Menurut Wang et al. (2021), banyak pembuat kebijakan yang tidak memahami secara mendalam potensi STEAM untuk mendukung pengembangan keterampilan kritis, inovasi, dan kolaborasi. Hal ini menyebabkan STEAM tidak menjadi prioritas dalam anggaran atau kurikulum pendidikan.

Selain itu, orang tua sering kali lebih mendukung pendekatan pendidikan konvensional yang berfokus pada hasil akademik daripada proses pembelajaran berbasis proyek seperti dalam STEAM. Penelitian oleh Lee dan Tan (2022) menunjukkan bahwa orang tua yang kurang informasi tentang manfaat STEAM

cenderung menganggap pendekatan ini tidak relevan dengan kebutuhan masa depan anak-anak mereka, sehingga mendukung kebijakan atau program pendidikan yang tidak memprioritaskan STEAM.

Kesadaran yang rendah ini juga memengaruhi pendidik. Guru yang kurang mendapatkan informasi dan pelatihan mengenai STEAM seringkali merasa tidak yakin untuk mengintegrasikan pendekatan ini dalam kegiatan belajar-mengajar. Hal ini diperburuk oleh kurangnya panduan atau sumber daya yang memadai untuk mendukung implementasi STEAM di kelas.

Untuk mengatasi hambatan ini, dibutuhkan upaya sosialisasi dan kampanye yang lebih luas mengenai pentingnya STEAM. Hal ini dapat dilakukan melalui pelatihan bagi guru, seminar untuk orang tua, serta kolaborasi dengan media untuk menyebarkan informasi tentang manfaat STEAM. Penelitian oleh Kim et al. (2023) menunjukkan bahwa kampanye yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk lembaga pendidikan, industri teknologi, dan komunitas lokal, efektif dalam meningkatkan dukungan terhadap pendidikan STEAM.

Dukungan kebijakan yang lebih kuat juga diperlukan, termasuk alokasi anggaran khusus untuk pengembangan STEAM,

pelatihan guru, dan pengadaan sumber daya. Selain itu, kolaborasi antara sekolah, universitas, dan industri dapat membantu menciptakan ekosistem pendidikan STEAM yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

C. Strategi Implementasi STEAM

1. Peningkatan Kapasitas Guru

Pelatihan guru menjadi langkah strategis untuk memastikan efektivitas implementasi pendidikan STEAM di sekolah dasar. Guru tidak hanya perlu memahami konsep STEAM, tetapi juga harus mampu mengaplikasikannya melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PBL). Pelatihan ini mencakup teknik merancang kegiatan integratif yang menghubungkan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan menarik.

Program pelatihan dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti lokakarya interaktif, webinar, modul pelatihan daring, atau sertifikasi resmi yang dirancang khusus untuk pendidikan STEAM. Menurut Park dan Sung (2021), pelatihan intensif meningkatkan kepercayaan diri guru dalam menerapkan metode STEAM, terutama dalam merancang pembelajaran yang kolaboratif dan berbasis masalah. Penelitian lain oleh Darling-Hammond et al. (2020)

juga menekankan pentingnya pelatihan yang bersifat berkelanjutan untuk memastikan guru terus memperbarui keterampilannya sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan kurikulum.

Pelatihan berkelanjutan memungkinkan guru untuk:

- a. Memahami prinsip-prinsip dasar STEAM.
- b. Mempraktikkan cara merancang proyek yang sesuai dengan tingkat pemahaman siswa.
- c. Mengintegrasikan alat teknologi dan digital ke dalam proses belajar-mengajar.
- d. Mengembangkan penilaian berbasis proyek yang mencerminkan pemahaman siswa terhadap konsep STEAM.

Beberapa model pelatihan yang efektif melibatkan simulasi langsung, kolaborasi antar-guru, dan akses ke mentor yang berpengalaman dalam pendidikan STEAM. Hasil studi oleh Kim et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan yang menggabungkan teori dan praktik mampu meningkatkan keterampilan guru dalam mengelola kelas yang berbasis STEAM.

2. Kerja Sama dengan Komunitas dan Industri

Kolaborasi dengan komunitas lokal dan industri merupakan salah satu strategi efektif untuk mengoptimalkan implementasi pendidikan STEAM di sekolah dasar. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mengakses pengalaman belajar berbasis dunia nyata, di mana mereka dapat memahami aplikasi langsung dari konsep STEAM dalam berbagai bidang. Melalui kerja sama ini, siswa tidak hanya belajar secara teoretis, tetapi juga memahami bagaimana sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika diterapkan untuk memecahkan masalah nyata di masyarakat dan dunia kerja.

Peran komunitas lokal sangat penting dalam memberikan perspektif yang relevan dengan konteks budaya dan lingkungan siswa. Kearifan lokal, seperti teknik pertanian berkelanjutan atau teknologi tradisional, dapat menjadi bahan ajar yang kaya untuk proyek STEAM. Sementara itu, keterlibatan industri, seperti perusahaan teknologi, manufaktur, atau desain, dapat menyediakan akses ke peralatan canggih, mentor ahli, dan pelatihan langsung. Sebagai contoh, perusahaan teknologi dapat menawarkan perangkat lunak pendidikan atau workshop tentang robotika, sementara komunitas seni lokal dapat berkontribusi dalam proyek desain kreatif.

Penelitian oleh Liu et al. (2023) menunjukkan bahwa kolaborasi dengan industri meningkatkan relevansi pembelajaran STEAM dengan kebutuhan dunia kerja. Selain itu, studi lain oleh Lee et al. (2021) menemukan bahwa keterlibatan komunitas dalam pendidikan STEAM memberikan dampak positif pada pemahaman siswa tentang nilai-nilai lokal yang relevan dengan inovasi global.

Keuntungan lain dari kolaborasi ini meliputi:

- a. Penyediaan Sumber Daya
- b. Pembelajaran Berbasis Proyek
- c. Mentoring dan Inspirasi

Agar kolaborasi ini berjalan efektif, sekolah perlu membangun komunikasi yang kuat dengan mitra, merancang program yang mengintegrasikan kontribusi mitra ke dalam kurikulum, dan memastikan bahwa proyek yang dilaksanakan relevan dengan kebutuhan pembelajaran siswa.

3. Pengembangan Kurikulum Berbasis Proyek

Kurikulum STEAM berbasis proyek dirancang untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dengan menekankan pada eksplorasi masalah nyata dan pengembangan solusi kreatif. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan teoretis mereka dalam konteks

praktis, sehingga mereka dapat memahami relevansi setiap konsep yang dipelajari. Proyek-proyek yang dirancang dapat mencakup isu lingkungan, sosial, atau budaya lokal, seperti mengatasi polusi air, menciptakan alat-alat sederhana berbasis teknologi, atau mengembangkan karya seni yang merepresentasikan fenomena alam.

Penelitian oleh Smith et al. (2022) menunjukkan bahwa kurikulum berbasis proyek yang dirancang secara holistik dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep yang kompleks. Selain itu, pendekatan ini melatih siswa untuk bekerja secara kolaboratif, mengelola waktu, dan berpikir kritis saat menghadapi tantangan dalam proyek mereka.

Keberhasilan kurikulum berbasis proyek bergantung pada beberapa elemen berikut:

- a. Relevansi Lokal

Proyek harus relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa dan mencerminkan kebutuhan atau tantangan yang ada di komunitas mereka.

- b. Integrasi Multi-Disiplin

Proyek harus melibatkan semua elemen STEAM, seperti menggunakan

matematika untuk analisis data, teknologi untuk simulasi, dan seni untuk presentasi kreatif.

c. Evaluasi yang Menyeluruh

Penilaian tidak hanya berbasis pada hasil akhir proyek, tetapi juga pada proses, seperti kolaborasi, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis.

Selain itu, guru memegang peran penting dalam mengelola kurikulum berbasis proyek. Mereka perlu memastikan bahwa proyek yang dirancang memiliki tujuan pembelajaran yang jelas, mendukung keterlibatan aktif siswa, dan menyediakan bimbingan selama pelaksanaan proyek.

4. Pemanfaatan Teknologi Digital

Teknologi digital memainkan peran penting dalam pendidikan STEAM dengan menyediakan alat dan platform yang mendukung pembelajaran interaktif dan inovatif. Melalui perangkat lunak desain, simulasi virtual, dan alat coding, siswa dapat mengakses pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menarik. Teknologi ini memfasilitasi pemahaman konsep-konsep abstrak, seperti dinamika fisika, pola matematika, atau proses kimia, melalui pendekatan visual dan interaktif.

Penelitian oleh Kim dan Lee (2022) menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital dalam pembelajaran STEAM tidak

hanya meningkatkan motivasi siswa, tetapi juga memperkuat literasi teknologi mereka, yang menjadi keterampilan penting dalam era digital. Misalnya, penggunaan simulasi laboratorium virtual memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen yang mungkin sulit atau berisiko dilakukan secara langsung di kelas.

Beberapa strategi implementasi teknologi digital dalam pendidikan STEAM meliputi:

- a. Penggunaan Perangkat Lunak Desain dan Animasi
- b. Simulasi Virtual
- c. Alat Coding dan Pemrograman
- d. *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR):

Studi lain oleh Wang et al. (2023) menyoroti pentingnya pelatihan guru dalam memanfaatkan teknologi digital agar mereka dapat mengintegrasikannya secara efektif ke dalam pembelajaran STEAM. Guru harus memiliki kompetensi teknis dan pedagogis untuk mengelola alat-alat ini, serta memastikan teknologi digunakan secara inklusif dan relevan dengan kebutuhan siswa.

KESIMPULAN

Pendidikan sains berbasis STEAM memiliki potensi besar untuk membentuk generasi inovatif di sekolah dasar.

Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan akademik, tetapi juga mengembangkan kreativitas, kolaborasi, dan literasi teknologi siswa. Meskipun terdapat tantangan dalam implementasi, strategi yang tepat, seperti pelatihan guru, pengembangan kurikulum, dan kerja sama dengan pihak eksternal, dapat mendukung keberhasilan penerapan STEAM.

DAFTAR PUSTAKA

Darling-Hammond, L., et al. (2020). Professional development in STEM education: Building teacher capacity. *Educational Research Review*, 29, 100340.

Dewi, S. M., et al. (2022). Enhancing critical thinking through project-based learning in STEAM education. *Journal of STEM Education*, 19(2), 98-112.

Johnson, M., & Park, H. (2021). Localized approaches in STEAM curriculum design. *Educational Innovations Quarterly*, 15(3), 123-139.

Johnson, T., et al. (2023). Developing a localized STEAM curriculum for elementary schools: Challenges and opportunities. *Advances in STEM Pedagogy*, 8(1), 33-49.

Johnson, T. R., et al. (2022). Developing technology skills through STEAM education. *Computers in Education*

Journal, 39(3), 85-96.

Kim, J., et al. (2023). Enhancing teacher competencies in STEAM: A training framework. *STEAM Education Advances*, 12(2), 33-51.

Kim, J., et al. (2023). Raising awareness for STEAM: A collaborative approach. *Educational Innovations and Practices*, 12(1), 88-102.

Kim, J. H., et al. (2022). The impact of STEAM education on creativity and innovation. *Journal of Science Education Research*, 15(4), 295-310.

Kim, S., & Lee, J. (2022). Enhancing STEAM education with digital tools: Opportunities and challenges. *Journal of Digital Learning in Education*, 15(3), 189-204.

Lee, H., & Tan, Y. (2022). Parental perceptions of STEAM education in primary schools. *Journal of STEM Education Research*, 8(2), 45-60.

Lee, J., & Lee, H. (2021). Developing teamwork and communication skills in STEAM education: A study on students' collaborative learning experiences. *International Journal of Educational Technology*, 18(3), 305-320.

Lee, S., et al. (2021). Community engagement in STEAM education: A

- case study of local knowledge integration. *Educational Advances in STEM*, 9(3), 22-34.
- Lee, S., & Kim, H. (2022). Teacher training for STEAM education: Bridging gaps in practice and theory. *Journal of Educational Innovation and Practice*, 12(1), 45-60.
- Liu, J., et al. (2023). Leveraging community support for STEAM education in resource-limited settings. *Education and Development Journal*, 11(2), 45-63.
- Liu, S., et al. (2022). Collaborative curriculum development for STEAM education. *Journal of Learning and Innovation*, 14(2), 99-115.
- Liu, X., et al. (2023). Enhancing digital literacy through STEAM education: A study on student confidence and skills in technology use. *Journal of Educational Technology*, 29(5), 467-480.
- Liu, Y., Chen, Z., & Wang, L. (2023). The role of STEAM in primary education: A systematic review. *International Journal of Primary Education*, 29(2), 101-119.
- Liu, Y., et al. (2023). Industry-school partnerships in STEAM education: Bridging the gap between theory and practice. *International Journal of STEAM Education*, 7(1), 45-60.
- National Research Council. (2021). *STEM to STEAM: Implications for early childhood education*. Washington, DC: NRC Press.
- Nugraha, D., et al. (2021). Enhancing teacher competence in STEAM through project-based training. *International Journal of STEM Education*, 9(2), 15-30.
- Park, J., & Sung, H. (2021). Teacher capacity building in STEAM education: A longitudinal study. *Journal of STEM Education*, 18(3), 45-60.
- Park, S., et al. (2022). Teacher readiness for STEAM implementation in elementary schools. *Teaching and Teacher Education*, 35(5), 120-135.
- Ryu, K., et al. (2023). Collaborative approaches to STEAM curriculum design. *Curriculum Studies Journal*, 20(1), 33-49.
- Saputra, E. E., Veronika, F., & Wulandari, S. (2024). Studi Literatur: Eksplorasi Pembelajaran IPA Berbasis Lingkungan untuk Mendorong Kesadaran Lingkungan Pada Anak. *Indonesian Journal of Innovation Science and Knowledge*, 1(1), 21-34.
- Saputra, E. E., Adelia, E., Yolanda, W., Arwanti, E., & Novikasari. (2024).

- Studi Literature : Peran Pendidikan IPA dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Anak Usia Sekolah Dasar. *Catha : Journal of Creative and Innovative Research*, 1(1), 34-44..
- Smith, A., et al. (2022). Project-based learning in STEAM education: Enhancing student engagement and understanding. *Journal of Integrated STEM Education*, 10(2), 45-58.
- Smith, J., et al. (2020). Challenges in developing a cohesive STEAM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 45-56.
- Smith, P., et al. (2021). Inclusive education through STEAM integration: A case study. *Equity in Education Review*, 18(2), 66-81.
- Tan, L. C., et al. (2021). Overcoming resource limitations in STEAM education: Challenges and solutions in developing countries. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 15-28.
- Wang, C., & Chiang, Y. (2021). The impact of STEAM education on students' critical thinking and problem-solving skills. *Journal of Educational Research and Practice*, 11(3), 147-160.
- Wang, H., & Chiang, Y. (2021). Enhancing critical thinking through integrated STEAM approaches. *Educational Technology & Society*, 24(1), 45-57.
- Wang, J., et al. (2023). Digital platforms for teacher professional development in STEAM education. *Education and Technology Journal*, 14(1), 78-92.
- Wang, X., & Lee, S. (2022). Bridging the resource gap: A study on resource accessibility in STEAM education. *Journal of STEM Innovation and Practice*, 9(3), 121-138.
- Wang, X., et al. (2021). Policy challenges in integrating STEAM education. *Education Policy Analysis Archives*, 29(3), 115-130.
- Zhang, Q., Xu, Y., & Lin, C. (2021). Exploring the effects of STEAM education on students' motivation and creativity. *International Journal of STEM Education*, 18(1), 45-59.
- Zhang, Y., et al. (2022). Technology integration in STEAM education: Fostering critical thinking and problem-solving skills. *International Journal of STEAM Education*, 18(4), 230-243.