

## PENDEKATAN STEM SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KOMPETENSI SISWA DI ERA ABAD 21

Taufiqulloh Dahlan<sup>1</sup>, Intan Azzahra Nuraini<sup>2</sup>, Nayla Afinda<sup>3</sup>, Nabila Amelia<sup>4</sup>, Padila Elpira Peliantine<sup>5</sup>, Ira Pranciska Dwi<sup>6</sup>, Tika Purnama<sup>7</sup>, Sarmiyati<sup>8</sup>

Universitas Pasundan

Email: [taufiqulloh@unpas.ac.id](mailto:taufiqulloh@unpas.ac.id)<sup>1</sup>, [intanazzahranuraini@gmail.com](mailto:intanazzahranuraini@gmail.com)<sup>2</sup>, [naylaafinda42@gmail.com](mailto:naylaafinda42@gmail.com)<sup>3</sup>, [amelianabila494@gmail.com](mailto:amelianabila494@gmail.com)<sup>4</sup>, [paelpira5@gmail.com](mailto:paelpira5@gmail.com)<sup>5</sup>, [irapracinkadwi07@gmail.com](mailto:irapracinkadwi07@gmail.com)<sup>6</sup>, [tikapurnama523@gmail.com](mailto:tikapurnama523@gmail.com)<sup>7</sup>, [sinaishop.sarmiyati@gmail.com](mailto:sinaishop.sarmiyati@gmail.com)<sup>8</sup>

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi abad 21, seperti berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif. Salah satu pendekatan pembelajaran yang relevan untuk menjawab tantangan tersebut adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Artikel ini bertujuan untuk mengkaji penerapan pendekatan STEM dalam meningkatkan kompetensi siswa di era abad 21. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menganalisis berbagai hasil penelitian dan teori terkait implementasi pembelajaran berbasis STEM. Hasil kajian menunjukkan bahwa pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, serta keterampilan kolaboratif siswa melalui kegiatan pembelajaran yang kontekstual dan berbasis proyek. Selain itu, penerapan STEM juga menumbuhkan minat siswa terhadap bidang sains dan teknologi serta mendorong kesiapan mereka menghadapi tantangan global. Dengan demikian, pendekatan STEM dapat dijadikan strategi efektif dalam upaya meningkatkan kompetensi siswa yang relevan dengan kebutuhan abad 21.

**Kata Kunci:** STEM, Kompetensi Abad 21, Pembelajaran Inovatif, Keterampilan Siswa, Pendidikan Sains.

### ABSTRACT

*This study examines the development of science and technology in the 21st century, which demands that education produce human resources with 21st-century competencies, such as critical thinking, creativity, communication, and collaboration. One relevant learning approach to address these challenges is the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach. This article aims to examine the application of the STEM approach in improving student competencies in the 21st century. The method used is a literature study by analyzing various research results and theories related to the implementation of STEM-based learning. The results of the study indicate that the STEM approach can improve students' critical thinking, problem-solving, creativity, and collaborative skills through contextual and project-based learning activities. In addition, the application of STEM also fosters students' interest in science and technology and encourages their readiness to face global challenges. Thus, the STEM approach can be an effective strategy in efforts to improve student competencies that are relevant to the needs of the 21st century.*

**Keywords:** STEM, Kompetensi Abad 21, Pembelajaran Inovatif, Keterampilan Siswa, Pendidikan Sains.

### A. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat cepat di masa kini memaksa dunia pendidikan untuk mengikuti berbagai perubahan yang terjadi.

Pendidikan kini tidak hanya menekankan kemampuan berpikir saja, tetapi juga mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, berkomunikasi, dan bekerja sama. Keterampilan tersebut sangat penting bagi siswa untuk menghadapi

tantangan di dunia global, kemajuan industri 4.0, serta dinamika kehidupan sosial yang semakin rumit. Karena itu, diperlukan cara belajar yang mampu melatih kemampuan berpikir dan keterampilan praktis siswa secara menyeluruh. Salah satu metode yang tepat dan efektif untuk menghadapi tantangan tersebut adalah pendekatan STEM (Science, Technology,

Engineering, and Mathematics). Pendekatan STEM menekankan penggabungan berbagai bidang ilmu secara alami dan relevan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan menerapkan STEM, siswa tidak hanya mendapatkan pengetahuan teori, tetapi juga bisa menggunakan pengetahuan tersebut untuk menciptakan inovasi dan solusi yang kreatif. Hal ini sesuai dengan tujuan pendidikan masa kini yang fokus pada kemampuan menyelesaikan masalah, pembelajaran berbasis proyek, serta pengembangan kemampuan berpikir mandiri dan kritis.

Penerapan pendekatan STEM di sekolah diharapkan bisa meningkatkan kemampuan siswa dalam berbagai hal, seperti pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Melalui aktivitas belajar yang berupa proyek dan eksperimen, siswa dilatih untuk berpikir secara ilmiah, bekerja sama dalam tim, serta menggunakan teknologi dengan baik. Pendekatan ini juga mampu membangkitkan antusiasme siswa terhadap bidang sains dan teknologi, yang merupakan fondasi penting untuk kemajuan bangsa. Dengan demikian, penerapan pendekatan STEM dalam proses belajar adalah langkah penting untuk menciptakan pendidikan yang bisa beradaptasi, kreatif, berpikir kritis, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat di abad ke-21. Artikel ini akan membahas konsep dasar pendekatan STEM, pentingnya penerapannya dalam dunia pendidikan, serta dampaknya terhadap peningkatan kemampuan siswa di tengah era digital dan globalisasi saat ini.

Dengan kemampuan berpikir kritis, siswa bisa melihat kelemahan dari suatu benda atau situasi, lalu berusaha mencari solusi untuk memperbaikinya. Proses ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya menggunakan kreativitas, tetapi juga berlatih dalam memecahkan masalah serta berinovasi. Ketika siswa terbiasa menganalisis sesuatu secara logis, mereka juga belajar menyampaikan pikiran dengan lebih jelas dan terarah. Hal ini membantu mereka dalam bekerja sama baik dalam kelompok kecil maupun kelompok besar. Selain itu, berpikir kritis membuat siswa lebih peka terhadap perkembangan teknologi yang terus berubah dan berdampak pada cara hidup manusia.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa berpikir kritis menjadi dasar dari berbagai keterampilan penting yang dibutuhkan pada abad ke-21, sekaligus menjadi salah satu tujuan utama dalam dunia pendidikan modern (Halim, 2022).

Pada dasarnya, berdasarkan hal tersebut, perkembangan pendidikan di abad 21 sangat membutuhkan kemampuan berpikir, seperti berpikir kritis, logis, analitis, dan kreatif. Siswa sejak dini harus terbiasa mengasah kemampuan berpikir kritisnya dalam menjalani kehidupan. Berdasarkan hal itu, pembelajaran berbasis STEM dianggap cocok dengan dunia modern karena bisa menggabungkan dan mengembangkan kemampuan siswa dalam memecahkan berbagai masalah yang muncul di abad 21 melalui bidang science, technology, engineering, dan mathematics. STEM juga dianggap memiliki potensi besar dalam membantu siswa mencapai kompetensi yang dibutuhkan di abad 21, terutama dalam aspek berpikir kritis. STEM dianggap bisa menjadi sebuah pendekatan yang bisa digunakan guru untuk lebih mengasah kemampuannya dalam berpikir kritis, dan jika melihat berbagai opini, fakta dan data dari berbagai literatur mengenai pembelajaran berbasis STEM yang banyak beredar, memang disebut sangat memberikan efek yang sangat signifikan dalam mencapai kompetensi kemampuan berpikir kritis siswa guna menyongsong pencapaian kompetensi siswa di abad 21.

Namun, karena belum ada penelitian atau materi yang bisa membantu penulis memahami secara jelas bagaimana proses pembelajaran berbasis STEM di tingkat sekolah dasar serta dampaknya terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, peneliti

memutuskan untuk melakukan penelitian dengan metode systematic literature review (SLR). Tujuannya adalah agar peneliti bisa membandingkan, menganalisis, dan memahami secara utuh bagaimana pembelajaran berbasis STEM dijalankan di sekolah.

## **B. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis (systematic literature review) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis literatur ilmiah yang relevan.

## **C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Penerapan Pendekatan STEM dalam proses pembelajaran di Sekolah Dasar pada era abad 21**

Pembelajaran berbasis STEAM ternyata dapat menjadi sarana yang efektif untuk mengasah kemampuan dan bakat siswa dalam menghadapi tantangan masa kini, seperti permasalahan abad 21. Di tingkat sekolah dasar, pendekatan ini sering dikemas dalam tema-tema pembelajaran yang menghasilkan hasil akhir berupa produk atau desain kreatif siswa sendiri, yang erat kaitannya dengan dunia desain. Jika kita melihat pada SMP yang mata pelajaran IPA dan IPS-nya digabungkan, penerapan STEAM bisa dilakukan dengan lebih mudah sehingga output yang diharapkan bisa lebih kompleks dan mendalam dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh siswa SD. Untuk menerapkan pendekatan STEAM ini dengan baik, sangat penting agar seluruh elemen terintegrasi secara utuh, misalnya melalui model pembelajaran seperti Project Based Learning (PjBL), Inquiry Based Learning, Discovery-Based Learning, atau bahkan Problem-Based Learning. Apalagi STEAM sangat cocok diterapkan pada tematik Kurikulum 2013, karena dapat menggabungkan beberapa mata pelajaran sekaligus. Secara keseluruhan, sekolah dasar tampaknya merupakan jenjang pendidikan yang paling tepat untuk mulai menerapkan konsep-konsep tersebut secara praktis.

STEM merupakan singkatan dari Science, Technology, Engineering, and Mathematics yang pertama kali diperkenalkan oleh National Science Foundation (NSF) di Amerika Serikat sekitar tahun 1990-an. Ide ini muncul sebagai bagian dari upaya reformasi pendidikan, dengan tujuan utama membangun tenaga kerja yang kuat di bidang STEM sekaligus menciptakan masyarakat yang benar-benar memahami STEM — atau yang sering disebut dengan melek STEM — dan meningkatkan posisi kompetitif AS di tingkat global dalam hal inovasi teknologi dan ilmiah (Hanover Research, 2011). Awalnya istilah yang digunakan adalah SMET, namun kemudian diubah menjadi STEM agar lebih mudah dalam promosinya (Sanders, dalam Chesky dan Wolfmeyer, 2015: 26). Jika kita membedahnya lebih dalam, STEM dapat dijelaskan komponen demi komponen seperti berikut:

Sains membantu kita membangun rasa ingin tahu dan pemahaman mendalam tentang dunia kehidupan, materi, dan fisika, sambil melatih keterampilan kolaborasi, penelitian, analisis kritis, dan eksperimen.

Teknologi mencakup berbagai aspek penerapan ilmu pengetahuan, keterampilan, dan pemikiran komputasi untuk memperluas kapasitas manusia dan memenuhi berbagai kebutuhan dan keinginan kita sehari-hari.

Teknik melibatkan keterampilan dan pengetahuan untuk merancang dan membangun mesin, peralatan, atau proses yang berguna untuk memecahkan masalah dunia nyata.

Matematika memberi kita alat untuk menafsirkan dan menganalisis data, menyederhanakan dan memecahkan masalah, menilai risiko, membuat keputusan berdasarkan fakta, dan lebih memahami lingkungan sekitar melalui pemodelan masalah — baik abstrak maupun konkret (Departemen Pendidikan dan Keterampilan, 2011).

Dalam konteks pembelajaran sains, argumentasi dianggap sebagai elemen penting yang membantu siswa mengingat dan memahami konsep-konsep ilmiah karena argumentasi

melibatkan konstruksi teori yang didukung oleh penjelasan dan bukti yang kuat. Menurut Yilmaz dkk. (2017), argumentasi tidak hanya penting untuk memberikan makna pada pembelajaran, tetapi juga dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap proses pendidikan sains secara keseluruhan. Beberapa ahli seperti Blanchard dan Sampson (2012) menekankan bahwa keterlibatan siswa dalam argumentasi ilmiah dapat meningkatkan pemahaman konseptual, epistemologis, dan metodologis sains. Selain itu, Dawson dan Venville (2010) menunjukkan bahwa hal ini mendukung siswa untuk terbiasa dengan praktik sains. Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran tersebut, pendekatan pendidikan STEM dapat menjadi solusi preventif yang efektif. Dengan mengintegrasikan aspek Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika, STEM diharapkan dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan argumentasi. Sebelumnya pendidikan STEM terbukti memberikan dampak positif seperti peningkatan prestasi siswa, sikap positif, minat belajar, dan motivasi mereka. Lebih dari itu, STEM juga dilaporkan mampu melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, literasi teknologi, pemecahan masalah, dan mendorong siswa untuk menjadi inovator dan penemu yang terampil (Stholmann et al., 2012). Padahal, pendidikan tersebut efektif dalam meningkatkan hasil belajar nonkognitif, seperti motivasi intrinsik.

Secara lebih luas, pendidikan STEM dimaksudkan untuk memberikan penguatan praktis pada bidang STEM yang sering diajarkan secara terpisah sekaligus mendorong pendekatan terpadu yang menghubungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Proses ini menitikberatkan pada penyelesaian permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari atau profesi (Rosnawati, R. 2012:14). STEM didefinisikan sebagai pendekatan pembelajaran terpadu yang menjembatani aplikasi dunia nyata dengan pembelajaran di kelas, yang melibatkan empat disiplin ilmu utama: sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan ini tidak terbatas pada sekolah dasar dan menengah saja, tetapi juga dapat diterapkan pada universitas atau bahkan program doctoral. Dengan menggabungkan keempat bidang tersebut, STEM cocok untuk pendidikan formal di dalam kelas dan pendidikan nonformal di luar kelas (Gonzalez & Kuenzi, 2012: 17). Pembelajaran berbasis STEM dapat membantu siswa mengasah keterampilan seperti memecahkan masalah dan melakukan penelitian, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Para pendukung pendekatan terpadu ini percaya bahwa pengajaran STEM dengan cara yang terhubung, terutama dalam konteks permasalahan dunia nyata, akan membuat mata pelajaran STEM lebih relevan bagi siswa dan guru. Hasilnya, motivasi belajar, minat, prestasi, dan ketekunan siswa dapat meningkat. STEM yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu ini juga diyakini dapat menarik lebih banyak siswa untuk mempertimbangkan karir di bidang terkait (Nathan, 2014). Secara umum penggunaan pendekatan STEM dalam pendidikan bertujuan untuk mempersiapkan siswa agar mampu bersaing dan siap bekerja di bidangnya. Penelitian dari Hannover Research (2011:8) menunjukkan bahwa tujuan utama Pendidikan STEM adalah untuk menunjukkan pengetahuan holistik antar mata pelajaran STEM. Pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, STEM bertujuan untuk menciptakan siswa yang melek STEM (Bybee, 2013:35) dengan rincian sebagai berikut:

Memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, menjelaskan fenomena alam, merancang solusi, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti terkait permasalahan STEM;

Memahami karakteristik unik disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, penyelidikan, dan desain yang diciptakan manusia;

Memiliki kesadaran tentang bagaimana disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual, dan budaya;

Memiliki keinginan untuk terlibat dalam studi isu-isu terkait STEM sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, dan reflektif dengan menggunakan ide-ide sains, teknologi,

teknik, dan matematika. Pendekatan STEM juga dapat melatih siswa untuk menjadi berpikir kritis.

Pendekatan STEM ternyata dapat mendorong munculnya keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikenal dengan istilah Higher Order Thinking Skills (HOTS). Kemampuan tersebut muncul ketika siswa berhasil menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang telah dimilikinya, kemudian mengembangkannya hingga mencapai kesimpulan yang lebih dalam (Rosnawati, 2012:19). Secara lebih rinci, berpikir tingkat tinggi mencakup beberapa aspek utama seperti berpikir kritis, kreatif, dan kemampuan memecahkan masalah. Misalnya, berpikir kritis melibatkan kemampuan mengenali, menganalisis, mengumpulkan data secara objektif, dan mengevaluasi data tersebut. Berpikir kreatif berkaitan dengan pemecahan masalah yang kompleks melalui ide-ide baru yang belum pernah dipublikasikan. Sedangkan pemecahan masalah menitikberatkan pada pemberian solusi praktis terhadap berbagai permasalahan. Pada dasarnya, Higher Order Thinking memegang peranan penting dalam proses pembelajaran, di mana siswa belajar mengidentifikasi masalah dan menemukan cara inovatif untuk menyelesaikannya. Jika kita berbicara mengenai pengertian berpikir kritis, maka dapat diartikan sebagai kemampuan untuk merefleksikan pemikiran yang ada, mengkaji kembali asumsi, dan mengembangkan struktur pemikiran yang lebih kuat. Hal ini semakin relevan di era modern saat ini, di mana perkembangan menuntut masyarakat untuk terus meningkatkan keterampilannya agar dapat berinteraksi dan berkomunikasi secara lebih efektif dan efisien di tingkat global.

### **Implementasi Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar**

Implementasi pembelajaran STEM ialah pembelajaran yang dilaksanakan guru seperti pendekatan pembelajaran (Students-centered atau Teachers-centered), pelaksanaan pembelajaran berbasis inkuiri, masalah dan proyek, kolaborasi dalam pembelajaran, pengaplikasian pembelajaran terintegrasi, penyesuaian dengan kondisi dan kebutuhan siswa, dan pelaksanaan evaluasi serta refleksi. Terdapat pada Gambar yang akan dilampirkan di bawah nanti, yaitu hasil data menunjukkan bahwa 59% guru telah melaksanakan pembelajaran yang terpusat pada siswa. Pelaksanaan pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik sesuai dengan dasar teori pembelajaran STEM yaitu konstruktivisme (Yakaman, 2010). Teori ini berkaitan dengan pengalaman belajar peserta didik ketika mereka berusaha untuk memahami sesuatu melalui pengalaman-pengalaman belajar (Gross & Gross, 2016) sehingga pembelajaran yang berpusat kepada siswa dapat memberikan lebih banyak pengalaman belajar yang bervariasi sesuai kebutuhan dan pengalaman belajar peserta didik. Untuk dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir kreatif dalam pembelajaran STEM guru perlu memfasilitasi pembelajaran sehingga siswa dapat berperan aktif di dalam pembelajaran (Ralib et al., 2019).

Dapat dilihat dari gambar persentase di atas cukup tingginya guru yang melaksanakan pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik juga didukung dengan data yang menunjukkan bahwa 70,31% guru melaksanakan pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik termasuk gaya belajar peserta didik. Hal ini berkaitan dengan salah satu teori dasar pembelajaran STEM yang merupakan pembelajaran holistik (Yakaman, 2010). Pembelajaran holistik dipengaruhi oleh lingkungan atau pengaruh seseorang yang akan membantu dalam menentukan apa yang akan seseorang lakukan dengan lingkungan atau objek yang sudah disediakan. Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran. Pembelajaran STEM dianggap sebagai salah satu pembelajaran yang mendorong pendidikan holistik, data hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sekitar 93,75% guru dapat mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek dan masalah di kelasnya. Begitu pula dengan 79,69% guru yang telah mengimplementasikan pembelajaran inkuiri di kelas. Hal ini menunjukkan bahwa

sebagian besar guru sudah melaksanakan pembelajaran yang mengarah kepada pembelajaran STEM. Konstruktivisme merupakan landasan teori dari pembelajaran STEM yang menekankan pada pengalaman belajar melalui proses inkuiri, proyek, dan pemecahan masalah autentik (Milara & Cortes, 2019). Pembelajaran STEM merupakan pembelajaran yang kontekstual menurut John Dewey; melalui pembelajaran kontekstual peserta didik dapat mendapatkan pemahaman yang sebenarnya. Pembelajaran STEM juga mendukung peralihan dari pembelajaran tradisional menjadi pembelajaran bertipe inkuiri dan proyek serta pembelajaran yang dipraktikkan oleh guru yang sudah mengarah kepada pembelajaran STEM. Selain itu kemampuan berkolaborasi juga menjadi salah satu tujuan dalam pembelajaran STEM (Qigeley & Herro, 2016). STEM merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan beberapa konten dan keterampilan dan hal ini sejalan dengan Kurikulum 2013 yang merupakan kurikulum tematik yang diimplementasikan di Sekolah Dasar. Proses evaluasi dan refleksi merupakan proses yang cukup penting dalam pembelajaran STEM karena STEM merupakan pendidikan yang difokuskan pada inkuiri dan masalah sehari-hari sehingga dapat membantu siswa dan guru untuk mengetahui pencapaian dalam pembelajaran.

### **Kompetensi yang dapat dikembangkan melalui penerapan pendekatan STEM pada siswa**

Menurut penelitian Meinarni (2022), pembelajaran STEM mendorong siswa untuk mengeksplorasi kemampuannya secara mandiri, artinya pendekatan ini membiasakan mereka berpikir sendiri dan menumbuhkan inti berpikir kritis sebagai landasan memecahkan masalah dengan cara yang unik. Kemampuan penalaran kritis ini dianggap sebagai “induk kompetensi” atau landasan utama kompetensi karena tanpa unsur berpikir kritis seseorang akan kesulitan mencapai kompetensi lainnya. Kedudukannya sangat penting karena kemampuan tersebut dapat melahirkan berbagai kompetensi lain yang dikembangkan melalui penerapan STEM. Selain itu, STEM hadir untuk menangani pembelajaran berdasarkan pemecahan masalah dunia nyata yang pada akhirnya meningkatkan kreativitas dan minat belajar siswa melalui proses menghadapi tantangan sehari-hari (Ilmi et al., 2021). Dalam proses ini, siswa terus menerus didorong untuk berpikir kritis ketika menghadapi permasalahan nyata karena STEM membuat mereka lebih mengenal cara penyelesaiannya dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian Nurjanah dkk. (2021) menunjukkan bahwa responden setuju bahwa pendekatan STEM sangat berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa jika diintegrasikan dalam pembelajaran di sekolah. Metode STEM ini menghubungkan mata pelajaran atau mengintegrasikannya dengan mata pelajaran lain yang berguna untuk menciptakan pembelajaran berbasis masalah dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian yang membandingkan pembelajaran STEM dengan pembelajaran konvensional menunjukkan perbedaan skor presentasi keterampilan berpikir siswa yang signifikan, di mana STEM jauh lebih unggul (Grahito Wicaksono, 2020). Dari berbagai jurnal dan literatur yang diulas, STEM dapat menjadi solusi bagi guru untuk mengembangkan berpikir kritis siswa karena integrasinya memenuhi indikator kemampuan tersebut. Hal ini juga bisa menjadi cara baru bagi guru untuk terus membangun kemampuan berpikir kritis siswa. Lebih lanjut, model pembelajaran PBL terintegrasi STEM berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, menunjukkan bahwa STEM memang layak digunakan sebagai suatu pendekatan. Penelitian lain menunjukkan bahwa STEM cocok diterapkan di sekolah dasar secara terintegrasi secara tematik. Menurut Nurjanah dkk. (2021), integrasi STEM dalam pembelajaran memberikan hasil yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa di dunia nyata karena siswa didorong untuk membiasakan membangun penalaran untuk mengembangkan berpikir kritis.

### **Efektivitas pendekatan STEM dalam meningkatkan kompetensi siswa agar siap menghadapi tantangan abad-21**

Penelitian Edy (2023) menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan modul berbasis STEM dengan nilai gain mencapai 0,57 dan hasil signifikan ( $0,01 < 0,05$ ). Artinya modul STEM tidak hanya menarik perhatian siswa, namun juga sangat efektif dalam mengasah kemampuan berpikir kritisnya. Dari situ dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran STEM yang dikembangkan valid dan efektif dalam membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Penelitian Patras et al. (2024) menegaskan bahwa STEM terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi siswa di tingkat sekolah dasar. Hasilnya menunjukkan bahwa STEM membantu siswa membangun keterampilan pemecahan masalah yang relevan untuk abad ke-21. Dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, siswa menjadi lebih aktif terlibat dalam pembelajaran yang pada akhirnya memperkuat kompetensi 4C — yaitu Berpikir Kritis, Kolaborasi, Komunikasi, dan Kreativitas — yang sangat penting bagi masa depan mereka.

### **Faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan pendekatan STEM di sekolah**

Penerapan pendekatan STEM di sekolah tidak terlepas dari berbagai faktor yang saling berkaitan. Secara garis besar faktor tersebut terbagi menjadi dua, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup kondisi psikologis dan fisiologis siswa, kemampuan dasar, serta minat dan bakat mereka. Setiap siswa memiliki cara belajar yang berbeda. Tidak semuanya dapat memahami pelajaran dengan cepat, dan hal ini dapat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti jenis kelamin, latar belakang budaya, kondisi ekonomi keluarga, maupun kebiasaan belajar (Bicer & Capraro, 2019; Bicer et al., 2015; Young et al., 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Laila Wulandari (2019) menunjukkan bahwa meskipun pada awalnya hasil belajar matematika siswa dengan pendekatan STEM belum memenuhi indikator ketuntasan, hasil tersebut meningkat pada tahap pembelajaran berikutnya. Ini membuktikan bahwa STEM dapat membantu siswa memahami materi, meskipun kondisi awal dan pengetahuan dasar tetap memengaruhi proses belajar mereka (Ramdhani, Usodo, & Subanti, 2017). Temuan ini sejalan dengan pendapat Yanni (2018) yang menegaskan bahwa guru perlu menyesuaikan tingkat kesulitan soal dengan kemampuan siswa. Dengan kata lain kemampuan awal siswa sangat menentukan keberhasilan mereka dalam memahami materi matematika berbasis STEM.

Faktor eksternal seperti guru, sekolah, dan kebijakan juga memegang peran penting. Viki dan kolega (2011) menunjukkan bahwa pertumbuhan prestasi matematika siswa dalam tiga tahun tidak begitu signifikan karena pengaruh faktor eksternal tersebut. Sekolah yang mampu bekerja sama dengan pemerintah, menerapkan strategi pembelajaran yang tepat, serta memiliki kebijakan pendidikan yang mendukung cenderung lebih berkembang dibanding sekolah yang tidak memperhatikan aspek itu. Contoh nyata terlihat dari penelitian di Texas, Amerika Serikat, ketika pemerintah bekerja sama dengan sekolah-sekolah untuk membangun model pendidikan T-STEM (Texas-STEM) (Kennedy & Odell, 2014). Kolaborasi tersebut menunjukkan hasil yang positif karena adanya dukungan yang kuat antara pemerintah dan sekolah (Bicer & Capraro, 2019). Selain kerja sama, pengelolaan waktu pembelajaran juga berpengaruh besar. Wulandari (2019) menemukan bahwa durasi pembelajaran menentukan sejauh mana materi dapat diserap siswa. Guru dituntut mampu mengatur waktu dan memahami kemampuan siswanya agar pembelajaran berjalan optimal. Faktor eksternal lainnya adalah ketersediaan bahan ajar yang sesuai dengan pendekatan STEM. Tanpa bahan ajar yang terintegrasi, proses pembelajaran akan berjalan kurang maksimal (Rindawati, Ikhsanudin, & Wardah, 2014). Penelitian Puspendari (2018) juga memperlihatkan bahwa beberapa guru belum memanfaatkan pendekatan khusus dalam bahan ajarnya. Karena itu, bahan ajar berbasis STEM sangat dibutuhkan agar proses pembelajaran dapat lebih terarah dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa.

#### D. KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur dan pembahasan mengenai penerapan Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa STEM sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), termasuk kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Penerapannya juga berdampak positif terhadap motivasi belajar, minat terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi, ditambah kesiapan siswa dalam menghadapi perkembangan industri dan tantangan global abad ini.

Namun keberhasilan penerapan STEM di sekolah bergantung pada faktor pendukung seperti fasilitas, kemampuan guru, dan dukungan kurikulum, serta dapat terhambat oleh keterbatasan fasilitas dan kesiapan guru. Oleh karena itu, diperlukan kerja sama antara guru, sekolah, dan pihak terkait untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang memungkinkan STEM diterapkan secara maksimal.

Secara keseluruhan, pendekatan STEM merupakan strategi pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan mutu pendidikan dan mempersiapkan peserta didik menjadi individu yang kreatif, kritis, adaptif, dan siap menghadapi tuntutan abad ke-21.

#### REFERENCES

- Ali, S. S. (2019). Problem Based Learning: A Student-Centered Approach. *English Language Teaching*, 12(5), 73–86. <https://doi.org/10.5539/elt.v12n5p73>
- Bicer, A., & Capraro, R. M. (2019). Mathematics achievement in the secondary high school context of STEM and non-STEM schools. *School Science and Mathematics*, 119(2), 61–71. <https://doi.org/10.1111/ssm.12321>
- Bicer, A., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Oner, T., & Boedeker, P. (2015). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students' mathematics growth rate on high-stakes test performance. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138–150.
- Bicer, A., Navruz, B., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students' mathematics state-based test performance. *International Journal of Global Education*, 3(3), 8–18.
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1988). What research says about new science curriculums (BSCS). *Science and Children*, 25, 35–39.
- Department of Education and Skills. (2011). National Strategy: Literacy and Numeracy for Learning and Life. Diakses dari [www.education.ie](http://www.education.ie) pada Oktober 2018.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service, 1–27. <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Halimatul Mu, I., & Aripin, I. (n.d.). Implementasi STEM pada ruang lingkup pembelajaran abad 21. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Majalengka.
- Hannover Research. (2011). K-12 STEM education overview.
- Mardhiyattirrahmah, Muchlas, & Marhayati. (2015). The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2), 69–75.
- Rosnawati, R. (2012). Enam tahapan aktivitas dalam pembelajaran matematika untuk mendayagunakan berpikir tingkat tinggi siswa. Makalah Seminar Nasional Revitalisasi MIPA dan Pendidikan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta. <http://staff.uny.ac.id>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.
- Yilmaz, Y. A., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Erduran, S. (2017). The pedagogy of argumentation in science education: Science teachers' instructional practices. *International Journal of Science Education*, 1–22.