

Integrasi Problem Solving dalam Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Critical Thinking

Lilis Suriani¹ Syaharuddin², Vera Mandailina³, Abdillah⁴

^{1,2,3,4,5}Departement of Mathematics, Universitas Muhammadiyah Mataram
lilissurianililis28@gmail.com, syaharuddin.ntb@gmail.com, vrmdailina@gmail.com,
abdillahahmad24041983@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menelaah integrasi pendekatan Problem-Solving dalam pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) serta efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Literatur dikumpulkan secara sistematis dari berbagai basis data bereputasi, yaitu Google Scholar, DOAJ, dan Scopus, dengan kriteria publikasi antara tahun 2015 hingga 2025. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan Problem-Solving dalam pembelajaran STEM secara signifikan berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis melalui keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah autentik, pembelajaran berbasis proyek, dan kegiatan berorientasi inkuiri. Strategi-strategi tersebut mendorong peserta didik untuk mengevaluasi informasi secara kritis, merumuskan solusi, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti. Selain itu, guru berperan penting sebagai fasilitator aktif dalam proses pembelajaran, sementara integrasi teknologi digital terbukti dapat memperkuat hasil belajar. Namun demikian, terdapat beberapa kendala dalam penerapannya, antara lain keterbatasan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran interdisipliner, kurangnya sarana dan prasarana pendukung, serta perbedaan tingkat kesiapan siswa di berbagai jenjang pendidikan. Tinjauan ini menunjukkan bahwa pendekatan problem solving memiliki potensi dalam mendukung pembelajaran STEM dan pengembangan keterampilan abad ke-21. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas kajian mengenai penerapan pendekatan problem solving pada berbagai konteks pendidikan serta memperkuat dukungan terhadap kompetensi guru dalam mengimplementasikannya secara efektif.

Kata kunci: Problem-Solving, Pembelajaran STEM, Critical Thinking, Sistem Literature Review

Abstract

This study employs a Systematic Literature Review (SLR) to investigate the integration of Problem-Solving approaches within STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education and its effectiveness in enhancing students' critical thinking skills. Literature was systematically collected from reputable databases, namely Google Scholar, DOAJ, and Scopus, with publications ranging from 2015 to 2025 as the inclusion criteria. The findings reveal that integrating Problem-Solving into STEM learning significantly contributes to the development of critical thinking by engaging students in authentic problems, project-based learning, and inquiry-oriented activities. These strategies encourage learners to evaluate information critically, formulate solutions, and make evidence-based decisions. Moreover, teachers play an essential role as active facilitators, while the integration of digital technologies further strengthens learning outcomes. However, several challenges persist in its implementation, including limited teacher competence in designing interdisciplinary learning, inadequate facilities and resources, and varying levels of student readiness across educational settings. The review highlights both the potential and the barriers of implementing Problem-Solving in STEM, providing valuable insights for policymakers, educators, and researchers to design more effective and sustainable educational practices that foster 21st-century skills. Future research is

recommended to address long-term impacts, inclusive practices in resource-limited contexts, and teacher professional development to maximize the benefits of this approach. **Keyword:** Problem-Solving, STEM Education, Critical Thinking, Systematic Literature Review

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berlangsung pesat menuntut pendidikan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang mampu berpikir kritis, kreatif, dan adaptif (Mulyani F & Haliza N, 2021). Di era Revolusi Industri 4.0, kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi abad ke-21 yang sangat penting untuk dimiliki oleh peserta didik. Berpikir kritis memungkinkan siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah yang kompleks dalam kehidupan nyata (Habibah, 2017). Oleh karena itu, pendidik perlu mengembangkan strategi pembelajaran yang secara sistematis mampu menumbuhkan keterampilan ini sejak dini (Azizah & Dewi, 2022). 22

Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan untuk menjawab tantangan tersebut adalah STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) (Uthman & Maat, 2023). STEM tidak hanya menekankan penguasaan konsep teoritis, tetapi juga mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dalam konteks dunia nyata. Pembelajaran STEM memungkinkan siswa menghubungkan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam satu rangkaian aktivitas yang terstruktur dan aplikatif (Nuraeni & Anggraeni, 2022).

Dalam konteks pembelajaran STEM, integrasi pendekatan *problem solving* menjadi kunci penting dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis. Problem solving tidak hanya melatih siswa menemukan solusi, tetapi juga menuntut kemampuan menganalisis masalah, merumuskan hipotesis, menguji alternatif solusi, dan mengevaluasi hasil (Binanto et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran STEM, integrasi pendekatan *problem solving* menjadi kunci penting dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis. Problem solving tidak hanya melatih siswa menemukan solusi, tetapi juga menuntut kemampuan menganalisis masalah, merumuskan hipotesis, menguji alternatif solusi, dan mengevaluasi hasil (Dewi et al., 2024).

Problem solving dan *critical thinking* memiliki keterkaitan yang erat. Setiap tahapan dalam problem solving, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi solusi, menuntut keterampilan berpikir kritis yang kuat (Fauzi et al., 2022). Ketika siswa menghadapi permasalahan STEM, mereka perlu mengidentifikasi informasi yang relevan, menganalisis data, memilih strategi pemecahan yang tepat, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh (Triprani et al., 2023). Dengan demikian, penerapan problem solving dalam pembelajaran STEM secara langsung memberikan ruang bagi siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis dalam situasi yang kontekstual dan autentik (Yusnidah et al., 2023).

Meskipun manfaat integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM cukup signifikan, implementasinya di lapangan masih menghadapi berbagai kendala. Beberapa guru masih berfokus pada metode ceramah dan penekanan pada hafalan konsep, sehingga siswa kurang dilibatkan dalam proses berpikir tingkat tinggi (Mu'minah, 2019). Selain itu, keterbatasan pemahaman guru dalam merancang pembelajaran berbasis STEM dan problem solving turut menjadi hambatan utama. (Hasan et al., 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang mengintegrasikan problem solving ke dalam kerangka STEM secara efektif. Inovasi ini tidak hanya mencakup perancangan aktivitas pembelajaran yang kontekstual, tetapi juga penerapan pembelajaran kolaboratif, pemanfaatan media interaktif, serta penilaian autentik yang menekankan proses berpikir kritis siswa (Herliantari, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk bagaimana integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini juga akan mengkaji konsep dasar STEM, peran problem solving dalam pembelajaran, keterkaitan keduanya dengan critical thinking, serta strategi implementasi yang dapat dilakukan oleh pendidik. Dengan pemahaman yang lebih mendalam, diharapkan tulisan ini dapat menjadi referensi bagi guru dan peneliti pendidikan dalam mengembangkan praktik pembelajaran yang efektif dan inovatif.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk memperoleh pemahaman komprehensif. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi pembelajaran yang mengintegrasikan problem solving ke dalam kerangka STEM secara efektif.

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik, sehingga dapat mencakup perancangan aktivitas pembelajaran kontekstual, penerapan pembelajaran kolaboratif, pemanfaatan media interaktif, serta penilaian autentik yang menekankan proses berpikir kritis siswa., serta menawarkan rekomendasi untuk pengembangan praktik pembelajaran di sekolah.

Pencarian literatur dilakukan melalui berbagai basis data akademik, seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, dan ERIC, dengan rentang publikasi tahun 2013–2024. Proses pencarian menggunakan kata kunci dalam bahasa Inggris dan Indonesia, antara lain: “STEM learning”, “problem solving”, “critical thinking”, “problem-based STEM learning”, serta “integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM”. Kata kunci dikombinasikan menggunakan operator Boolean (*AND*, *OR*) untuk memperoleh hasil pencarian yang lebih relevan.

Kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan untuk memastikan literatur yang dianalisis sesuai dengan tujuan penelitian. Artikel yang termasuk dalam kriteria inklusi adalah artikel yang dipublikasikan dalam jurnal peer-reviewed, membahas integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM, berfokus pada peningkatan critical thinking, serta berbasis penelitian empiris. Sementara itu, artikel yang masuk kriteria eksklusi adalah artikel berupa opini, editorial, prosiding tanpa hasil penelitian, artikel yang tidak relevan dengan topik, serta artikel duplikat dari database yang berbeda.

Seleksi dan ekstraksi data dilakukan dengan mengikuti alur PRISMA, yang meliputi identifikasi artikel awal, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, penentuan kelayakan dengan membaca keseluruhan isi artikel, hingga pemilihan artikel akhir yang dianalisis. Artikel terpilih kemudian diekstraksi datanya dengan menuliskan nama penulis, tahun publikasi, konteks penelitian, metode yang digunakan, serta temuan utama terkait peran problem solving dalam pembelajaran STEM dan pengaruhnya terhadap critical thinking. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk menemukan pola, tema, dan kesimpulan umum.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil

Berdasarkan hasil telaah literatur yang dilakukan melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR), diperoleh berbagai tema penelitian yang relevan dengan topik integrasi Problem-Solving dalam pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Kajian terhadap sumber-sumber ilmiah dari berbagai database menunjukkan bahwa penelitian dalam rentang waktu 2015–2025 mengalami perkembangan yang signifikan, dengan kecenderungan berfokus pada penerapan pendekatan interdisipliner dan inovatif dalam pembelajaran matematika dan sains. Secara umum, hasil sintesis literatur memperlihatkan bahwa pembelajaran STEM tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep teoritis, tetapi juga menekankan keterampilan berpikir tingkat tinggi, kolaborasi, dan pemecahan masalah nyata yang mendukung kesiapan siswa menghadapi tantangan abad ke-21. Selain itu, muncul berbagai isu penting yang turut memengaruhi efektivitas implementasi, seperti peran guru sebagai fasilitator pembelajaran aktif, pentingnya desain instruksional yang kontekstual, serta pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung proses pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri. Di sisi lain, penelitian juga menyoroti adanya kendala dalam pelaksanaan, seperti keterbatasan kompetensi pedagogis guru, kurangnya fasilitas pendukung, dan variasi tingkat kesiapan siswa di berbagai jenjang pendidikan. Oleh karena itu, hasil pemetaan literatur ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai arah dan dinamika penelitian di bidang pembelajaran STEM berbasis Problem-Solving, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1 berikut.

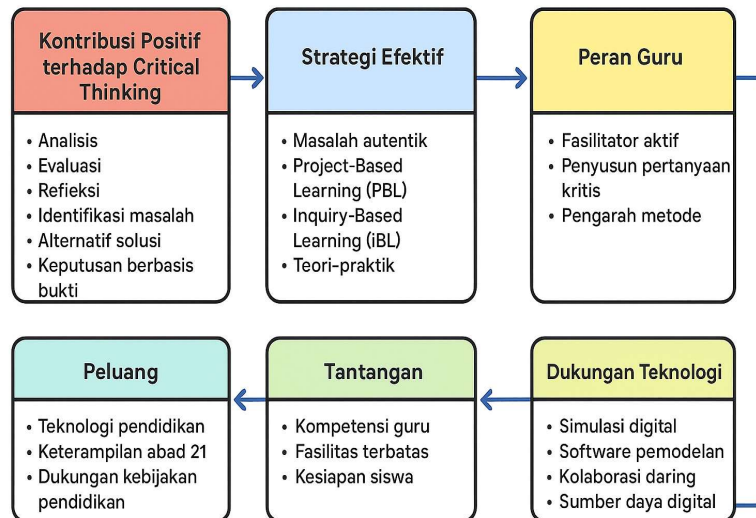
Tabel 1. Orientasi dan Temuan Penelitian Berdasarkan Standar Penelitian

No	Bidang atau Fokus	Nama Penulis yang se-Bidang	Insight atau Variabel Riset
1	Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking)	Mulyani & Haliza (2021); Habibah (2017); Azizah & Dewi (2022); Fauzi et al. (2022); Triprani et al. (2023); Yusnidah et al. (2023)	<i>Critical thinking</i> menjadi kompetensi utama abad ke-21 yang dikembangkan melalui analisis, evaluasi, dan refleksi dalam konteks pemecahan masalah nyata. Integrasi <i>Problem-Solving</i> membantu siswa mengasah kemampuan berpikir analitis, logis, dan reflektif.

No	Bidang atau Fokus	Nama Penulis yang se-Bidang	Insight atau Variabel Riset
2	Desain Pembelajaran dan Peran Guru dalam STEM	Dewi et al. (2024); Mu'minah (2019); Hasan et al. (2024); Herliantari (2024)	Guru berperan penting dalam merancang pembelajaran interdisipliner dan menumbuhkan <i>critical thinking</i> . Kendala utama terletak pada keterbatasan kompetensi guru dan masih dominannya metode ceramah. Pelatihan berbasis teknologi disarankan untuk meningkatkan kemampuan fasilitasi guru.
3	Strategi Efektif Integrasi Problem-Solving dalam STEM	Binanto et al. (2024); Uthman & Maat (2023); Nuraeni & Anggraeni (2022)	Strategi paling efektif adalah penggunaan masalah autentik, <i>project-based learning</i> , dan <i>inquiry-based learning</i> yang menuntun siswa berpikir kritis dan berkolaborasi. Integrasi lintas disiplin (sains, teknologi, rekayasa, matematika) memperkuat relevansi pembelajaran dengan konteks dunia nyata.
4	Tantangan Implementasi Problem-Solving berbasis STEM	Mu'minah (2019); Hasan et al. (2024)	Tantangan utama mencakup rendahnya kompetensi guru, kurangnya fasilitas dan sarana interdisipliner, serta variasi kesiapan siswa di berbagai jenjang pendidikan. Hambatan ini menyebabkan pembelajaran masih berorientasi pada hafalan dan belum mencapai tingkat berpikir tinggi.

No	Bidang atau Fokus	Nama Penulis yang se-Bidang	Insight atau Variabel Riset
5	Peluang dan Arah Pengembangan Pembelajaran Abad ke-21	Herliantari (2024); Dewi et al. (2024)	Perkembangan teknologi pendidikan dan kebijakan global tentang <i>21st-century skills</i> menjadi peluang penting bagi penerapan <i>Problem-Solving</i> berbasis STEM. Inovasi digital dan pelatihan guru menjadi kunci untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan integrasi STEM di berbagai konteks pendidikan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penelitian mengenai pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada periode 2015-2025 berfokus pada integrasi Problem-Solving sebagai strategi utama untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pendekatan ini terbukti efektif melalui keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah autentik, pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning), dan pembelajaran berbasis inkuiri (Inquiry-Based Learning) yang menghubungkan teori dengan konteks dunia nyata. Kemampuan berpikir kritis menjadi kompetensi abad ke-21 yang dikembangkan melalui proses analisis, evaluasi, dan refleksi terhadap permasalahan, sehingga siswa mampu mengambil keputusan berbasis bukti secara rasional. Dalam penerapannya, guru berperan sebagai fasilitator aktif yang mengarahkan proses berpikir dan pembelajaran lintas disiplin, meskipun masih terdapat kendala seperti keterbatasan kompetensi pedagogis, minimnya fasilitas, dan rendahnya kesiapan siswa di berbagai jenjang pendidikan. Strategi integrasi yang paling efektif ditemukan pada penggunaan masalah autentik dan kolaborasi interdisipliner yang menggabungkan unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk membangun pengalaman belajar yang bermakna. Sementara itu, perkembangan teknologi pendidikan dan kebijakan global mengenai keterampilan abad ke-21 membuka peluang besar bagi penerapan STEM berbasis Problem-Solving secara lebih luas dan berkelanjutan. Dengan demikian, arah penelitian menunjukkan bahwa integrasi Problem-Solving dalam STEM tidak hanya merupakan inovasi pedagogis, tetapi juga transformasi paradigma pembelajaran yang menekankan pengembangan kompetensi berpikir tingkat tinggi melalui sinergi antara guru, teknologi, dan kebijakan pendidikan yang mendukung.



Gambar 1. Alur Konseptual Problem Solving dalam pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Bagan di atas menggambarkan alur konseptual mengenai integrasi Problem Solving dalam pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dimulai dari kontribusi positif terhadap critical thinking, proses pembelajaran diarahkan melalui strategi efektif seperti penggunaan masalah autentik, Project-Based Learning, dan Inquiry-Based Learning yang menghubungkan teori dengan praktik. Peran guru sebagai fasilitator aktif, penyusun pertanyaan kritis, dan pengarah metode penyelesaian menjadi elemen penting dalam mendukung implementasi. Selain itu, dukungan teknologi melalui simulasi digital, perangkat lunak pemodelan, serta platform kolaborasi daring memperkuat kualitas pembelajaran. Namun, tantangan seperti keterbatasan kompetensi guru, fasilitas, dan perbedaan kesiapan siswa menjadi hambatan yang harus diatasi. Meski demikian, peluang besar hadir melalui perkembangan teknologi pendidikan, tren global keterampilan abad ke-21, dan dukungan kebijakan yang dapat dimanfaatkan sebagai strategi jangka panjang dalam membekali siswa dengan keterampilan masa depan. Dengan demikian, bagan ini menekankan hubungan dinamis antara tantangan dan peluang dalam mengoptimalkan integrasi Problem Solving berbasis STEM

Pembahasan

1. Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Dalam Konteks STEM Berkontribusi Terhadap Peningkatan Kemampuan *Critical Thinking* Siswa.

Literatur menunjukkan bahwa integrasi Problem Solving dalam pembelajaran STEM secara konsisten memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui proses identifikasi masalah, eksplorasi alternatif solusi, hingga evaluasi hasil, siswa dilatih untuk mengembangkan keterampilan analisis, evaluasi, dan refleksi yang menjadi inti dari *critical thinking*. Beberapa studi juga menekankan bahwa pengalaman langsung memecahkan masalah autentik berbasis STEM mendorong siswa untuk menghubungkan konsep teoretis

dengan aplikasi praktis, sehingga berpikir kritis tidak hanya menjadi aktivitas kognitif, tetapi juga kontekstual.

Selain itu, penerapan Problem Solving dalam STEM menuntut siswa untuk menggunakan pengetahuan lintas disiplin (sains, teknologi, teknik, dan matematika) dalam memecahkan suatu persoalan. Proses ini memperkaya cara berpikir siswa karena mereka tidak hanya menggunakan satu pendekatan tunggal, tetapi mengintegrasikan berbagai perspektif dalam menemukan solusi yang logis dan inovatif. Hasil kajian literatur juga memperlihatkan adanya peningkatan indikator berpikir kritis seperti keterampilan mengidentifikasi asumsi, membuat inferensi, dan mengambil keputusan berbasis bukti ketika Problem Solving diintegrasikan secara sistematis dalam STEM.

Hasil ini dapat diinterpretasikan bahwa integrasi Problem Solving dalam STEM bukan hanya sebatas strategi pedagogis, tetapi juga sebuah pendekatan pembelajaran yang memfasilitasi keterampilan abad ke-21. Dengan mengaitkan masalah autentik berbasis STEM, siswa tidak hanya memahami konsep teoretis, tetapi juga mampu menggunakannya untuk memecahkan masalah nyata. Hal ini menunjukkan adanya pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada konten menuju pembelajaran yang berorientasi pada kompetensi. Integrasi ini juga memperlihatkan bahwa *critical thinking* tumbuh secara natural ketika siswa terlibat aktif dalam memecahkan masalah yang menuntut kolaborasi, kreativitas, dan penalaran logis. Dan Meskipun hasil penelitian konsisten menegaskan manfaat integrasi Problem Solving dalam STEM, terdapat beberapa aspek yang perlu dikritisi. Pertama, sebagian besar penelitian menekankan pada peningkatan indikator *critical thinking* tetapi kurang menggali sejauh mana peningkatan tersebut berkelanjutan di luar kelas. Kedua, terdapat variasi efektivitas tergantung pada kesiapan guru, ketersediaan fasilitas, dan tingkat pendidikan siswa. Evaluasi ini penting karena mengingatkan bahwa meski secara teoritis Problem Solving berbasis STEM sangat potensial, implementasinya tetap menghadapi kendala praktis yang tidak boleh diabaikan.

2. Strategi atau pendekatan yang paling efektif dalam mengintegrasikan Problem Solving ke dalam pembelajaran STEM untuk mendorong pengembangan *critical thinking*

Penelitian menyoroti bahwa strategi yang paling efektif adalah penggunaan masalah autentik (real-world problem) yang relevan dengan kehidupan siswa. Dengan mengaitkan konsep STEM pada permasalahan nyata, siswa terdorong untuk berpikir lebih kritis dalam mengevaluasi informasi, merumuskan solusi, dan menguji keabsahan argumen mereka. Pendekatan berbasis proyek (project-based learning) dan inquiry-based learning juga sering diidentifikasi sebagai strategi yang mampu memperkuat integrasi Problem Solving ke dalam STEM karena memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi, berkolaborasi, dan berinovasi.

Selain itu, literatur menunjukkan bahwa keberhasilan strategi ini sangat dipengaruhi oleh peran guru sebagai fasilitator. Guru tidak hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai pengarah yang membantu siswa menyusun pertanyaan kritis, memilih metode penyelesaian, dan merefleksikan hasil. Dukungan teknologi digital juga disebutkan memperkaya integrasi ini, karena simulasi, perangkat lunak pemodelan, atau platform kolaborasi daring dapat meningkatkan kualitas diskusi problem solving. Dengan demikian, kombinasi antara masalah

otentik, pendekatan berbasis proyek/inquiry, dan fasilitasi guru yang tepat terbukti efektif dalam mengembangkan *critical thinking* siswa melalui STEM.

Temuan tersebut dapat diinterpretasikan bahwa strategi berbasis masalah autentik, proyek, dan inkuiri berfungsi sebagai jembatan untuk menghubungkan konsep STEM dengan realitas kehidupan sehari-hari. Dengan begitu, siswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga menguji kebenarannya dalam konteks nyata. Hal ini secara alami menumbuhkan *critical thinking*, karena siswa dilatih untuk mengevaluasi informasi, merumuskan hipotesis, membandingkan alternatif, dan menguji validitas solusi.

Selain itu, keberhasilan strategi ini memperlihatkan bahwa *critical thinking* bukanlah keterampilan yang bisa diajarkan secara langsung, melainkan harus dibentuk melalui pengalaman belajar aktif dan reflektif. Guru berperan sebagai katalisator yang menciptakan lingkungan belajar kondusif, sementara teknologi berperan memperluas ruang eksplorasi siswa. Integrasi ini membuktikan bahwa strategi yang dipilih dalam pembelajaran sangat menentukan kualitas keterampilan berpikir kritis yang berkembang. Secara umum, strategi-strategi yang ditemukan efektif memang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21, namun tetap ada hal yang perlu dikritisi. Pertama, tidak semua konteks sekolah memiliki kemampuan dan sumber daya yang memadai untuk menerapkan masalah autentik atau proyek berbasis teknologi. Kedua, kesiapan guru sebagai fasilitator juga masih bervariasi; beberapa penelitian mencatat bahwa tanpa pelatihan yang cukup, guru cenderung kembali ke metode konvensional. Ketiga, meskipun literatur menyatakan efektivitasnya, pengukuran keberhasilan sering kali berfokus pada peningkatan hasil jangka pendek, sementara dampak jangka panjang terhadap perkembangan *critical thinking* belum banyak dieksplorasi.

Dengan kata lain, strategi ini memang menjanjikan, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada kualitas perencanaan, ketersediaan sarana, serta keterampilan guru dalam mengelola proses pembelajaran. Hal ini menjadi catatan penting agar strategi tidak hanya berhasil dalam penelitian tertentu, tetapi juga dapat diadaptasi secara lebih luas di berbagai jenjang pendidikan.

3. Tantangan dan peluang yang diidentifikasi dalam penerapan Problem Solving berbasis STEM dalam meningkatkan *critical thinking* siswa di berbagai jenjang pendidikan

Tantangan utama yang ditemukan dalam literatur adalah keterbatasan kemampuan guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran STEM berbasis Problem Solving. Banyak guru yang masih kesulitan mengintegrasikan materi lintas disiplin serta mengarahkan siswa untuk mencapai indikator berpikir kritis. Selain itu, keterbatasan fasilitas dan sumber daya, seperti laboratorium, perangkat teknologi, atau bahan ajar interdisipliner, juga menjadi hambatan yang signifikan. Tantangan lain yang muncul adalah perbedaan kesiapan siswa di setiap jenjang pendidikan, sehingga penerapan Problem Solving dalam STEM tidak selalu berjalan dengan tingkat efektivitas yang sama.

Di sisi lain, terdapat peluang besar yang dapat dimanfaatkan untuk mengoptimalkan integrasi ini. Pertama, perkembangan teknologi pendidikan memungkinkan guru untuk mengakses berbagai sumber daya digital yang dapat memperkaya aktivitas Problem Solving. Kedua, adanya tren global yang menekankan pentingnya keterampilan abad ke-21, termasuk *critical thinking*,

membuat pembelajaran STEM berbasis Problem Solving semakin relevan dan didukung oleh kebijakan pendidikan. Beberapa literatur bahkan menyarankan agar integrasi ini tidak hanya dilihat sebagai metode pembelajaran, tetapi juga sebagai strategi jangka panjang untuk membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan di masa depan.

Problem Solving berbasis STEM membutuhkan kesiapan sistem yang menyeluruh, bukan hanya kesiapan guru atau siswa. Guru perlu memiliki kompetensi desain pembelajaran lintas disiplin, sementara siswa harus dibekali dengan motivasi dan literasi dasar STEM yang memadai. Keterbatasan fasilitas menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis Problem Solving tidak bisa dilepaskan dari dukungan sarana-prasarana.

Sementara itu, peluang yang muncul menunjukkan arah positif bagi perkembangan pendidikan. Teknologi digital berperan sebagai katalis yang memungkinkan keterbatasan sumber daya diatasi dengan solusi virtual. Tren global yang menekankan *critical thinking* sebagai keterampilan inti abad ke-21 juga menandakan bahwa integrasi Problem Solving dalam STEM memiliki relevansi tinggi, tidak hanya untuk konteks lokal tetapi juga untuk kebutuhan global. Secara kritis, meski tantangan yang diidentifikasi cukup kompleks, peluang yang tersedia sebenarnya dapat menjadi jawaban atas hambatan tersebut. Misalnya, pelatihan guru berbasis teknologi dapat meningkatkan kemampuan mereka dalam mendesain pembelajaran interdisipliner. Namun, literatur masih minim membahas bagaimana peluang ini dapat diimplementasikan secara berkelanjutan di sekolah dengan kondisi berbeda-beda. Evaluasi juga menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara idealitas kebijakan yang menekankan keterampilan abad ke-21 dengan realitas di lapangan, di mana guru dan siswa belum sepenuhnya siap.

Dengan demikian, tantangan dan peluang perlu dipahami bukan sebagai dua hal yang terpisah, melainkan sebagai satu kesatuan yang saling melengkapi. Tanpa mengatasi tantangan, peluang yang ada tidak akan optimal. Sebaliknya, peluang hanya akan menjadi wacana jika tidak dijalankan dengan strategi implementasi yang terukur.

Simpulan

Integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM terbukti memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan kemampuan *critical thinking* siswa. Berbagai strategi pembelajaran, seperti penggunaan masalah autentik, pembelajaran berbasis proyek, dan pendekatan inkuiri, mampu mendorong siswa untuk mengevaluasi informasi, merumuskan solusi, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti secara sistematis. Temuan ini menunjukkan bahwa problem solving dalam kerangka STEM tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Kajian literatur juga mengungkapkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu ditindaklanjuti. Sebagian besar studi masih berfokus pada pengukuran peningkatan kemampuan *critical thinking* dalam jangka pendek, sementara kajian mengenai dampak jangka panjang integrasi problem solving dalam pembelajaran STEM masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji keberlanjutan pengembangan *critical thinking* siswa melalui pendekatan STEM

berbasis problem solving, guna memperkuat landasan teoretis dan empiris pendekatan ini sebagai strategi pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Azizah, W. N., & Dewi, A. D. (2022). Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Dapat Mempengaruhi Gaya Anak Muda dan Etika Pancasila Pada Masyarakat Indonesia. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(1), 1426-1431.
- Binanto, I., B, J. P. K., & Leokadja, L. (2024). Perbandingan Metode Klasifikasi Random Forest Dan Support Vector Machine Terhadap Dataset Resiko Kanker Serviks. *Jtriste*, 11(1), 60-66. <https://doi.org/10.55645/jtriste.v11i1.507>
- Dewi, I., Siregar, H., Agustia, A., & Dewantara, K. H. (2024). *Implementasi Case Method Berbasis Pembelajaran Proyek Kolaboratif terhadap Kemampuan Kolaborasi Mahasiswa Pendidikan Matematika PENDAHULUAN Di era modern ini , kolaborasi menjadi keterampilan krusial yang perlu dimiliki setiap individu . Bersama dengan ke. 09(September)*, 261-276.
- Fauzi, A., Ermiana, I., Rosyidah, A. N. K., & Sobri, M. (2022). Implementasi Case Method (Pembelajaran Berbasis Pemecahan Kasus) Ditinjau Dari Kemampuan Kolaboratif Mahasiswa. *Jurnal Eduscience*, 9(3), 809-817. <https://doi.org/10.36987/jes.v9i3.3446>
- Habibah, S. (2017). Implikasi Filsafat Ilmu Terhadap Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. *DAR EL-ILMI: Jurnal Studi Keagamaan, Pendidikan Dan Humaniora*, 4(1), 166-180.
- Hasan, Y., Busyairi, A., & Doyan, A. (2024). Pengaruh Strategi Creative Problem Solving dengan Pendekatan STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *JIPSO: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial*, 1(1), 22-28.
- Herliantari, H., & Kunci, K. (2024). *Perspective Efektivitas Integrasi STEM dalam Pembelajaran IPA Meningkatkan Keterampilan Problem Solving Siswa SMP untuk Effectiveness of STEM Integration in Science Learning to Improve Problem Solving Skills of Junior High School Students*. 1(2), 58-60.
- Mu'minah, H. I., & Aripin, I. (2019). Implementasi stem dalam pembelajaran abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 1495-1503.
- Mulyani F, & Haliza N. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (Jpdk)*, 3(1), 101-109.
- Nuraeni, I., & Anggraeni Dewi, D. (2022). Peranan Pancasila Sebagai Landasan Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. *Universitas Pendidikan Indonesia*, 6, 9986-9991.
- Triprani, E. K., Sulistyani, N., & Aini, D. F. N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL Terhadap Kemampuan Problem Solving pada Materi Energi Alternatif di SD. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 2, 176-187. <https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i2.p176-187>
- Uthman, N. K., & Maat, S. M. (2023). Sorotan Literatur Bersistematik: Cabaran Penggunaan Teknologi untuk Pengajaran dan Pembelajaran Matematik dalam Kalangan Pelajar dan Guru. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(4), 190-203.

<https://doi.org/10.55057/jdpd.2022.4.4.16>

Yusnidah, Siagian, A. F., & Maulana, D. (2023). Efek Model Pembelajaran Kolaboratif Berbasis Masalah Berbantuan Media Livewire Terhadap Kemampuan Literasi Numerasi Siswa. *Jurnal Sinestesia*, 13(2), 976-984.
<https://sinestesia.pustaka.my.id/journal/article/view/426>