

INTEGRASI STEM DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA: DAMPAK TERHADAP KOMPETENSI MATEMATIKA ABAD 21

Veni Saputri*¹, Tatang Herman²

^{1,2} Universitas Pendidikan Indonesia, Jln. Dr. Setiabudi No. 229, Bandung, Jawa Barat, Indonesia
* veni.saputri@upi.edu

Diterima: 27 Desember, 2021; Disetujui: 31 Januari, 2022

Abstract

The use of new educational approaches and technologies can be beneficial in integrating 21st century skills and core competencies in education. STEM provides students with an effective learning environment to improve math skills and other 21st century skills. This research aims to explore and synthesize the best stem applications in math learning and its impact on 21st century mathematical competence. There are several studies related to the integration of STEM in mathematics learning to improve 21st century mathematical competence, which includes critical thinking and problem solving, creativity, communication skills, and ability to work collaboratively. The search for relevant data base was conducted in a study published from 2017 to 2021 that examined STEM and 21st century math competencies in formal education. The search strategy was carried out systematically by reviewing articles in the field of Education that had been published in the ERIC, Scopus, PubMed, Science Direct, and Google Scholar databases. Based on the results of systematic reviews of the literature generated that integrating STEM in mathematical learning must pay attention to the content of the lesson, the methods used in learning must be problem-based and project-based, and learning must be cooperative. In addition, STEM integration in math learning tends to improve 21st century mathematical competence especially in critical thinking and problem solving skills.

Keywords: STEM Integration, Mathematics Learning, 21st century mathematical competencies

Abstrak

Penggunaan pendekatan pendidikan baru dan teknologi dapat bermanfaat dalam mengintegrasikan keterampilan abad 21 dan kompetensi utama dalam pendidikan. STEM memfasilitasi siswa dengan lingkungan belajar yang efektif untuk meningkatkan kemampuan matematika dan keterampilan abad 21 lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan membuat sintesa mengenai penerapan STEM terbaik dalam pembelajaran matematika serta dampaknya terhadap kompetensi matematika abad 21. Metode penelitian yang dipilih dalam penelitian ini adalah studi pustaka yang sistematis. Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan integrasi STEM dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kompetensi matematika abad 21, yang meliputi *critical thinking and problem solving*, *creativity*, *communication skills*, dan *ability to work collaboratively*. Pencarian data base yang relevan dilakukan pada studi yang diterbitkan tahun 2017 sampai dengan 2021 yang mengkaji tentang STEM dan kompetensi matematika abad 21 pada pendidikan formal. Strategi pencarian dilakukan secara sistematis dengan meninjau artikel bidang Pendidikan yang telah dipublikasikan pada database ERIC, Scopus, PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Berdasarkan hasil tinjauan sistematik literatur dihasilkan bahwa mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran matematika harus memperhatikan isi pelajaran, metode yang digunakan dalam pembelajaran harus berbasis masalah dan project, serta pembelajaran harus bersifat kooperatif. Selain itu, integrasi STEM dalam pembelajaran matematika cenderung dapat meningkatkan kompetensi matematika abad 21 terutama dalam kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah.

Kata Kunci: Integrasi STEM, Pembelajaran Matematika, kompetensi matematika abad 21

How to cite: Saputri, V., & Herman, T. (2022). Integrasi STEM dalam Pembelajaran Matematika: Dampak Terhadap Kompetensi Matematika Abad 21. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5 (1), 247-260.

PENDAHULUAN

Pendidikan menjadi tolak ukur kemajuan suatu bangsa atau negara. Pendidikan merupakan kewajiban bagi generasi bangsa untuk meningkatkan kualitas negaranya. Lahirnya generasi bangsa yang cerdas membuat suatu kemajuan dan tidak tergerus oleh kemajuan teknologi yang semakin canggih. Seperti yang diketahui sekarang, perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin meningkat memberikan berbagai inovasi Pendidikan yang memberikan warna dari pemahaman pendidikan (Zorluo et al., 2021). Sebagaimana yang diungkapkan oleh Listiana (2021) bahwa perkembangan teknologi membawa dampak positif yakni mempermudah dilakukannya suatu proses pembelajaran. Kemajuan teknologi yang terjadi di dalam atau di luar kelas dapat memungkinkan siswa untuk menjadi pembelajar yang aktif (Stansell et al., 2016).

Penggunaan pendekatan pendidikan baru dan teknologi dapat bermanfaat dalam mengintegrasikan keterampilan abad 21 dan kompetensi utama dalam pendidikan (Kurt & Benzer, 2020; Weinhandl et al., 2020). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) merupakan salah satu pendekatan pendidikan baru yang mengintegrasikan sains, teknologi, Teknik, dan matematika dalam proses pembelajaran berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Davidi et al., 2021; Pane et al., 2021). Di sekolah, siswa diberikan kesempatan untuk membangun keterampilan mereka melalui pengetahuan sebelumnya dengan menggunakan matematika dan TIK, serta terlibat dalam kegiatan berpikir dan pemecahan masalah (Gibson & Bradley, 2017). Penerapan STEM dalam pembelajaran mendorong siswa untuk merancang, mengembangkan, memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif dan afektifnya, serta menerapkan pengetahuannya (Fiteriani et al., 2021). STEM memfasilitasi siswa dengan lingkungan belajar yang efektif untuk meningkatkan kemampuan matematika dan keterampilan abad 21 lainnya (Doğan et al., 2019; Dwita & Susanah, 2020; Khotimah et al., 2021; Kurniawan, 2020; Stehle & Peters-Burton, 2019).

Keterampilan abad 21 harus dimiliki oleh generasi baru di Indonesia sebagai upaya untuk menghadapi kehidupan yang kompetitif di masa depan. Keterampilan abad 21 tidak hanya membekali siswa untuk sukses di semua bidang sekolah, tetapi ketrampilan ini juga merupakan bekal bagi individu untuk beradaptasi dan berkembang di dunia yang terus berubah (P21, 2019). Matematika sebagai salah satu ilmu yang menitikberatkan kepada proses berpikir logis dalam pemecahan masalah memiliki peran yang sangat penting dalam mencapai keterampilan abad 21 (Dewanti et al., 2020). Selain itu, keterampilan matematika juga sangat diperlukan dalam kehidupan manusia secara umum karena perannya (Mason et al., 2016). Oleh karena itu, pembelajaran matematika harus membekali siswa dalam aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang dapat digunakan untuk masa depan mereka dalam menghadapi dunia kerja yang kompleks (Kristanto & Santoso, 2020). Menurut Dewanti et al. (2020) keterampilan matematika abad 21 yang harus dikembangkan dalam pembelajaran matematika adalah *critical thinking and problem solving, creativity, communication skills, dan ability to work collaboratively*.

Uraian di atas menunjukkan secara jelas bahwa STEM merupakan suatu pendekatan baru yang dapat meningkatkan keterampilan matematika abad 21. Namun tidak jelas bagaimana semua

keterampilan tersebut dapat dicapai dalam pembelajaran matematika melalui STEM. Meskipun banyak literatur yang relevan terkait dengan peningkatan beberapa keterampilan matematis dalam aspek pengetahuan dan sikap melalui STEM, namun belum ada pembahasan yang relevan mengenai bagaimana mengajarkan matematika dengan menggunakan STEM dan apakah ada hal lain yang berkaitan dengan penerapan STEM untuk meningkatkan keterampilan matematika abad 21. Oleh karena itu, artikel ini memiliki dua tujuan utama yaitu untuk mengetahui bagaimana integrasi STEM yang terbaik dalam pembelajaran matematika dan mengetahui dampak pembelajaran terintegrasi STEM terhadap keterampilan matematika abad 21.

METODE

Jenis penelitian ini yaitu *systematic literature review* yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan membuat sintesa mengenai penerapan STEM dalam pembelajaran matematika serta dampaknya terhadap keterampilan matematika abad 21. Artikel dibatasi untuk artikel jurnal *peer review* yang diterbitkan dalam dekade terakhir antara tahun 2017 hingga Oktober 2021. Strategi pencarian dilakukan secara sistematis dengan meninjau artikel bidang Pendidikan yang telah dipublikasikan *peer review* dengan database ERIC, Scopus, PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Pencarian ini dilakukan untuk mengeksplor artikel yang berkaitan dengan STEM dan keterampilan matematika abad 21 dengan tujuan agar dapat diperoleh temuan yang relevan. Adapun istilah yang digunakan dalam pencarian adalah STEM dan *21st century mathematical competence*. Artikel yang memenuhi syarat tersebut dimasukkan kedalam proses peninjauan secara lebih komprehensif, sedangkan artikel yang tidak mencakup syarat maka dikeluarkan.

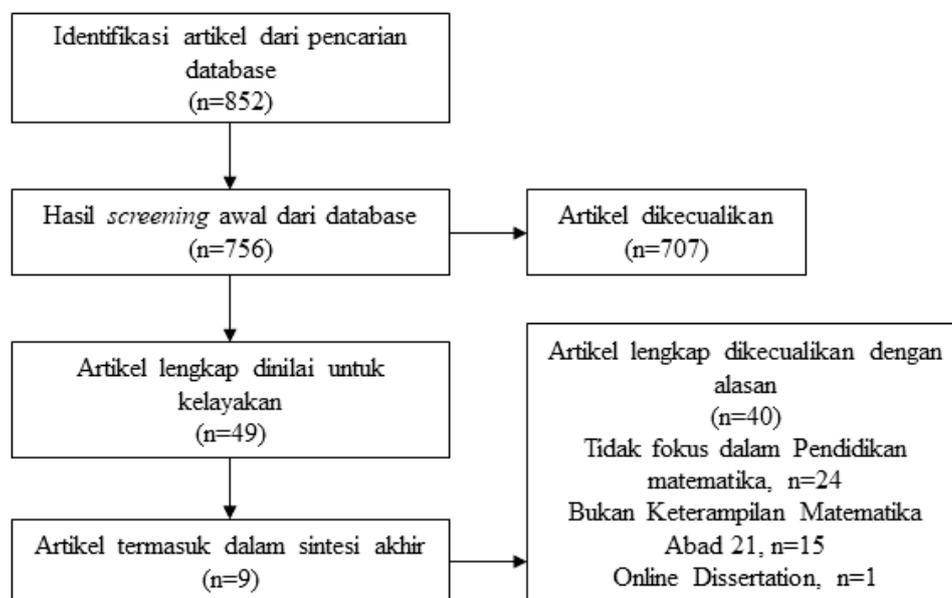
Proses seleksi artikel dirancang sesuai dengan Deklarasi PRISMA. Adapun kriteria inklusi yang diterapkan pada hasil pencarian adalah sebagai berikut: 1) Artikel jurnal ditulis dalam bahasa Inggris. 2) Istilah STEM dan keterampilan matematika abad 21 muncul pada judul, abstrak, atau kata kunci. 3) Menyajikan pembahasan mengenai penerapan STEM dalam pembelajaran matematika atau kolaborasinya dengan model pembelajaran lainnya kepada siswa sekolah dimana keterampilan matematika abad 21 dipertimbangkan. 4) Keterampilan matematika abad 21 yang dimaksud adalah *critical thinking and problem solving, creativity, communication skills*, dan *ability to work collaboratively* yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. 5) Memberikan kesimpulan tentang dampak pembelajaran terintegrasi STEM terhadap keterampilan matematika abad 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Keterampilan matematika abad 21 merupakan hal yang menarik dan menjadi isu terkini dalam Pendidikan matematika. Banyak inovasi pembelajaran yang diarahkan untuk menumbuhkan keterampilan tersebut. Salah satunya adalah penerapan pembelajaran yang menggunakan pendekatan pendidikan baru dan teknologi, yaitu pembelajaran terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Integrasi STEM dalam pembelajaran matematika dapat memberikan banyak manfaat untuk kehidupan siswa di masa depan. Pada dasarnya, STEM dikembangkan untuk menjawab tantangan di abad 21, dimana seseorang tidak hanya pintar dalam hal kognitif melainkan juga terampil.

Strategi pencarian database awal menghasilkan 852 artikel. Artikel yang dinilai layak sejumlah 49 artikel dianalisis lebih lanjut dan ditetapkan 9 artikel yang dianggap relevan untuk tinjauan sistematis dalam penelitian ini. Berikut disajikan diagram alir diperolehnya artikel yang dimasukkan kedalam hasil penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Review Artikel

Berdasarkan peninjauan artikel yang diperoleh dari database, dihasilkan analisis dan rangkuman artikel sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pencarian Terkait Artikel Integrasi STEM dan Keterampilan Matematika Abad 21 dalam Pembelajaran Matematika

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
1	Acarr et al., 2018	<i>The Effects of STEM Training on the Academic Achievement of 4th Graders in Science and their Views on STEM</i>	Untuk mengidentifikasi efek dari praktik STEM pada prestasi sains dan matematika siswa kelas 4 dan pandangan mereka tentang	Pelatihan STEM, yang berfokus pada sains dan matematika dan menggabungkan dua disiplin ilmu dengan teknologi	Critical thinking, problem solving, cooperation, analytical thinking and	Siswa kelas 4, n=12, Desain: quasi experimental pretest-posttest control group	Pelatihan STEM mempengaruhi prestasi sains dan matematika, siswa memiliki pandangan positif tentang pelatihan, ingin melihat lebih banyak di kursus mendatang, dan dapat mempertimbangkan untuk memilih bidang STEM untuk karir masa depan mereka.

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
		<i>Training Teachers</i>	pelatihan STEM	dan teknik, telah didefinisikan dalam berbagai cara	<i>creativity</i>		Kelas berdasarkan solusi masalah dan kegiatan STEM terintegrasi berbasis proyek meningkatkan prestasi sains dan matematika siswa sekolah dasar, dan memungkinkan mereka untuk merasakan bidang ini secara keseluruhan.
2	Siregar et al., 2019	<i>The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Program on Students' Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis</i>	Untuk menganalisis hasil studi sebelumnya tentang program STEM yang berdampak pada prestasi matematika siswa.	Kegiatan STEM yang bermakna bagi siswa dengan belajar secara kontekstual dan berfokus pada pengetahuan terapan STEM untuk memecahkan masalah dunia nyata	<i>Student achievement, attitude, interest, communication skills and problem-solving</i>	n=17 Desain: <i>meta-analysis</i> antara tahun 1998-2017	Hasil studi meta-analitik ini menjanjikan dan memberikan efek keseluruhan untuk program STEM pada prestasi matematika siswa sebagai positif dan signifikan secara statistik. Besarnya efek positif ukuran 1,103 dan 1,571.
3	Rizaldiet al., 2020	<i>The Correlation of Digital Literacy and STEM Integration to Improve Indonesian</i>	Untuk membahas permasalahan yang berkaitan dengan bagaimana meningkat	Pendidikan STEM yang mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan	<i>Creativity, critical thinking, collaboration, and</i>	Desain: <i>literature literacy methods</i>	Kemampuan digital menjadi faktor pendukung penguasaan Keterampilan abad 21 yang seharusnya diperkenalkan dan

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
		<i>Students' Skills in 21st Century</i>	kan kemampuan guru dan siswa dalam menguasai keterampilan abad 21? Juga, sejauh mana peran literasi digital dan integrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21?	lan dari empat bidang: sains, teknologi, teknik, dan matematika.	<i>communication</i>		diajarkan melalui sekolah. Pembelajaran STEM dengan multidisiplin penguasaan IPA perlu dioptimalkan di sekolah-sekolah di Indonesia agar tujuan pembelajaran yang diharapkan sejalan dengan tuntutan abad ke-21
4	Kurt & Benzer, 2020	<i>An Investigation on the Effect of STEM Practices on Sixth Grade Students' Academic Achievement, Problem Solving Skills, and Attitudes towards STEM</i>	Untuk menyelidiki pengaruh praktik STEM pada prestasi akademik siswa kelas 6, keterampilan memecahkan masalah, sikap mereka terhadap STEM, dan untuk mengidenti	Pendekatan STEM yang diterapkan dalam bentuk kursus	<i>Students' academic success, problem-solving skills, and attitudes</i>	Siswa kelas 6, n=137 Desain: <i>quasi experimental pretest-posttest control group</i>	Praktik STEM yang diintegrasikan ke dalam pembelajaran sains efektif dalam meningkatkan sikap siswa terhadap STEM. Keterampilan calon guru di bidang STEM dapat ditingkatkan dengan melakukan studi pendidikan STEM di fakultas kependidikan. Praktik STEM dapat dilakukan mulai dari pendidikan pra sekolah hingga

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
			efikasi tingkat minat mereka untuk bidang STEM.				pendidikan tinggi tanpa dibatasi pada satu jenjang kelas saja. Pendidikan STEM dapat diberikan kepada siswa berbakat di tingkat yang lebih tinggi, dan pendapat mereka tentang berkarir di bidang STEM dapat dimotivasi.
5	Rasid et al., 2020	<i>STEM Integration : Factors Affecting Effective Instructional Practices in Teaching Mathematics</i>	Penelitian ini akan membandingkan harapan antara siswa dan guru terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi praktik pembelajaran dalam pendidikan STEM.	Pendidikan STEM adalah “pendekatan interdisipliner untuk pembelajaran di mana konsep akademik yang ketat digabungkan dengan pelajaran dunia nyata saat siswa menerapkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks yang	<i>Critical thinking, problem solving, cooperation, analytical thinking and creativity</i>	n=100 siswa, terdiri dari 47% laki-laki dan 53% perempuan, n=50 guru, terdiri dari 48% laki-laki dan 52% perempuan Desain: <i>descriptive quantitative</i>	Baik siswa dan guru sepakat bahwa budaya kelas sebagai faktor terpenting dalam menciptakan praktik pembelajaran yang efektif dengan nilai rata-rata 8,42; (SD = 1,43) untuk siswa dan 8,39; (SD = 1,12) untuk guru. Faktor budaya kelas meliputi: 1) Interaksi mencerminkan hubungan kerja yang produktif antar siswa; 2) Iklim kelas mendorong siswa untuk terlibat dalam diskusi matematis. Tugas mendorong siswa untuk mencari beberapa strategi solusi, dan mereka perlu menggunakan beberapa representasi.

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
				membuat hubungan antara sekolah, komunitas, pekerjaan, dan perusahaan global.			
6	Rehmat & Hartley, 2020	<i>Building Engineering Awareness : Problem-Based Learning Approach for STEM Integration</i>	Untuk mempromosikan integrasi STEM dengan menggunakan kurikulum terintegrasi yang difasilitasi melalui pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan pemahaman pengetahuan konten siswa dan pemikiran kritis.	Integrasi STEM menggunakan PBL	<i>Students' content knowledge and critical thinking</i>	Siswa kelas 4, n=105 Desain: <i>quasi experiment</i>	Kegiatan terintegrasi STEM ini menuntut siswa untuk menerapkan pengetahuan konten dan proses kognitif untuk merancang, menganalisis, dan merevisi, menjadikan seluruh proses desain bersifat integratif dan iteratif, yang membantu mendorong pengetahuan konten siswa. PBL adalah alat pembelajaran yang berguna untuk integrasi STEM.
7	Çetin, 2020	<i>Examining Project-Based STEM Training In A Primary School</i>	Untuk menguji pelatihan STEM berbasis proyek yang	Pembelajaran STEM berbasis <i>Project</i>	<i>Students' thinking, problem solving</i>	n= 18 siswa dan 2 guru Desain: <i>qualitative</i>	Studi sistematis yang terdiri dari langkah-langkah persiapan, implementasi, dan evaluasi harus dilakukan untuk

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
			dilaksanakan di sekolah dasar negeri di Turki mengenai pandangan guru dan siswa		<i>and manual skills</i>		mewujudkan praktik STEM dengan sukses Kerjasama antara siswa meningkat, siswa mengembangkan sikap positif terhadap kursus, kepercayaan diri siswa meningkat dan belajar untuk berperilaku lebih hati-hati.
8	Asi giga n & Sam ur, 2021	<i>The Effect of Gamified STEM Practices on Students' Intrinsic Motivation, Critical Thinking Disposition Levels, and Perception of Problem-Solving</i>	Untuk menguji pengaruh kegiatan gamified STEM terhadap motivasi intrinsik siswa kelas 3 dan 4, persepsi keterampilan pemecahan masalah, dan disposisi berpikir kritis.	Pembelajaran STEM dengan menggunakan aplikasi <i>Gamified</i>	<i>Critical Thinking Disposition, Problem Solving Skill Perception, Intrinsic Motivation, Students' views</i>	n= 26 siswa, terdiri dari 10 siswa laki-laki dan 16 siswa perempuan Desain: <i>quasi experimental design Single group pre-test post-test</i>	Karena salah satu keterampilan terpenting yang ingin dipraktikkan pendidikan STEM adalah keterampilan pemecahan masalah, kegiatan STEM harus dapat menantang siswa dengan beberapa kesulitan.
9	Hasancibiet al., 2021	<i>Impact of Stem Integrated Argumentation-Based Inquiry Applications on Students' Academic</i>	Untuk mengetahui pengaruh pendekatan argumentasi berbasis inkuiri (ABI) dan pendekatan	<i>Stem Integrated Argumentation-Based Inquiry Applications</i>	<i>Students' Academic Success, Reflective Thinking and</i>	Siswa kelas 7, n=41 siswa terdiri dari 20 laki-laki dan 21 perempuan	Siswa dalam kelompok ABI yang didukung STEM menyatakan bahwa proses ini mendukung mereka untuk menciptakan ide-ide baru.

No	Penulis	Judul	Tujuan	Jenis STEM	Keterampilan Matematika	Peserta & desain metode	Temuan
	<i>Success, Reflective Thinking and Creative Thinking Skills</i>		n ABI yang didukung STEM terhadap prestasi akademik siswa, kreativitas ilmiah dan keterampilan berpikir reflektif untuk pemecahan masalah, dan untuk menentukan pandangan siswa tentang proses		<i>Creative Thinking Skills</i>	Desain: Mix Method dengan <i>Exploratory sequential design</i>	Kemampuan berpikir reflektif siswa untuk pemecahan masalah lebih berkembang pada aplikasi yang dibuat dengan mengintegrasikan STEM ke dalam pendekatan ABI. Pendekatan ABI dan STEM secara positif mempengaruhi prestasi akademik siswa, kreativitas ilmiah dan pemikiran reflektif terhadap pemecahan masalah, tetapi integrasi kedua pendekatan akan menghasilkan hasil yang lebih positif

Berdasarkan analisis dan rangkuman artikel yang tercantum dalam Tabel 1, menunjukkan adanya beberapa peneliti sebelumnya yang melakukan penelitian tentang integrasi STEM dalam pembelajaran matematika. Walaupun masing-masing artikel yang dikaji tidak menjelaskan secara menyeluruh mengenai keterampilan matematika abad 21, namun artikel tersebut memuat jenis keterampilan yang termasuk ke dalam keterampilan matematika abad 21. Hal ini dimanfaatkan oleh penulis untuk mendeskripsikan dampak integrasi STEM terhadap masing-masing jenis keterampilan matematika abad 21.

Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan kajian mengenai integrasi STEM dalam pembelajaran matematika serta dampaknya terhadap keterampilan matematika abad 21. Menurut Widya et al. (2019) manfaat khusus dalam integrasi *STEM education* adalah meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, logis, inovatif, produktif dan langsung berhubungan dengan kondisi nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran terintegrasi STEM memiliki potensi untuk meningkatkan keterampilan abad 21 yang meliputi *critical thinking and problem solving, creativity, communication skills*, dan *ability to work collaboratively*.

Peneliti mengacu kepada beberapa artikel yang telah diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan menghasilkan sebanyak 9 artikel untuk dikaji secara sistematis. Secara umum, Sembilan artikel tersebut menunjukkan bahwa terdapat dampak positif terhadap beberapa kemampuan atau

keterampilan yang dipertimbangkan dalam penelitian tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Acar et al. (2018) meneliti tentang efektivitas STEM terhadap prestasi siswa dalam pembelajaran sains dan matematika. Adapun keterampilan yang diteliti dalam penelitian ini adalah *Critical thinking, problem solving, cooperation, analytical thinking* dan *creativity*. Terdapat beberapa jenis keterampilan yang termasuk kedalam keterampilan abad 21, yaitu *Critical thinking, problem solving*, dan *creativity*. Pembelajaran STEM diimplementasikan oleh guru di kelas dengan memperhatikan isi pelajaran yang harus bisa disesuaikan dengan masalah kehidupan nyata untuk mencari solusi masalah social, ekonomi, dan lingkungan sekitar. Pembelajaran ini dapat meningkatkan prestasi siswa khususnya di bidang Pendidikan matematika serta mendapatkan respon yang positif dari siswa. Siswa menginginkan agar lebih sering dilaksanakan pembelajaran terintegrasi STEM sehingga mereka bisa memilih bidang STEM yang tepat untuk masa depan mereka.

Siregar et al. (2019) meneliti tentang analisis hasil studi sebelumnya tentang program STEM yang berdampak pada prestasi matematika siswa. Dalam hal ini, prestasi mahasiswa yang dimaksud adalah *Student achievement, attitude, interest, communication skills*, dan *problem-solving, communication skills* dan *Problem-solving* termasuk ke dalam keterampilan yang harus dimiliki oleh mahasiswa dalam menghadapi tantangan di abad 21. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efek dari program STEM pada prestasi matematika siswa dinilai positif dan signifikan secara statistik. Penelitian ini juga menyatakan bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran matematika dilaksanakan dengan mengkolaborasikan STEM dengan model pembelajaran lainnya sehingga mencapai hasil yang lebih maksimal, diantaranya adalah *discovery-STEM* atau *STEM-PBL*. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Rehmat & Hartley (2020) yang menyatakan bahwa *Problem Based Learning (PBL)* adalah alat pembelajaran yang berguna untuk integrasi STEM.

Siswa harus belajar memecahkan suatu masalah tidak hanya dari satu sudut pandang mata pelajaran, oleh karena itu yang lebih tepat adalah memilih tema yang akan digali dari berbagai ilmu multidisiplin dan dikaitkan dengan teknologi. Dari hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Rizaldi et al. (2020), ditunjukkan bahwa literasi digital dan integrasi STEM mampu meningkatkan keterampilan abad 21 yang meliputi *Creativity, critical thinking, collaboration, and communication*. Pendidikan STEM dianggap dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran dengan berkolaborasi, disiplin, komunikatif, dan mengintegrasikan berbagai pengalaman dalam kehidupan mereka. Implementasi yang dilakukan dalam pembelajaran terintegrasi STEM di beberapa penelitian, siswa yang dibekali dengan pengetahuan STEM dengan cara mengidentifikasi, menerapkan, dan mengintegrasikan konsep mereka untuk memahami masalah yang kompleks dan menghasilkan solusi inovatif untuk memecahkan masalah tersebut. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Kurt & Benzer (2020) menyatakan bahwa praktik pembelajaran STEM dapat dilakukan mulai dari pendidikan pra sekolah hingga pendidikan tinggi tanpa dibatasi pada satu jenjang kelas saja.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rasid et al., 2020) bertujuan untuk membandingkan harapan antara siswa dan guru terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi praktik pembelajaran dalam pendidikan STEM. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan pembelajaran terintegrasi STEM, diantaranya adalah 1) rencana pembelajaran yang harus disiapkan dengan sistematis, 2) diskusi dan penalaran matematis (strategi instruksional yang konsisten dengan pemecahan masalah matematika, 3) tugas yang diberikan harus dapat merangsang pemikiran non-kompleks dan mudah untuk dipahami serta mendorong siswa untuk mempekerjakan beberapa representasi dan alat untuk mendukung pembelajaran dan

pengetahuan mereka, dan 4) Budaya kelas meliputi interaksi mencerminkan hubungan kerja yang produktif antar siswa dan iklim kelas mendorong siswa untuk terlibat dalam diskusi matematika. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa baik siswa dan guru sepakat bahwa budaya kelas sebagai faktor terpenting dalam menciptakan praktik pembelajaran terintegrasi STEM dalam pembelajaran matematika. Budaya kelas yang diciptakan harus bersifat kooperatif. Hal ini juga diungkapkan oleh Çetin (2020) yang menyatakan bahwa pembelajaran terintegrasi STEM yang efektif adalah pembelajaran yang dapat menciptakan Kerjasama dan kolaborasi yang baik antara siswa, meningkatkan kepercayaan diri siswa, dan siswa dapat belajar untuk berperilaku lebih hati-hati untuk membuat suatu kesimpulan.

Asigigan & Samur (2021) menjelaskan bahwa salah satu keterampilan terpenting yang ingin dipraktikkan dalam pendidikan STEM adalah keterampilan pemecahan masalah, artinya kegiatan STEM harus dapat menantang siswa dengan beberapa kesulitan. Kemampuan berpikir reflektif siswa untuk pemecahan masalah lebih berkembang pada aplikasi yang dibuat dengan mengintegrasikan STEM yang berbantuan teknologi. Pembelajaran matematika yang dipraktikkan dengan memanfaatkan bantuan teknologi dapat memberikan tantangan kepada siswa sekaligus merangsang siswa untuk menciptakan ide-ide baru dalam menyelesaikan suatu masalah. Hal ini senada dengan hasil penelitian Hasancebi et al. (2021) yang mengungkapkan bahwa penggunaan aplikasi *Argumentation-Based Inquiry* (ABI) dan STEM secara positif mempengaruhi prestasi akademik siswa, kreativitas ilmiah dan pemikiran reflektif terhadap pemecahan masalah, tetapi integrasi kedua pendekatan akan menghasilkan hasil yang lebih positif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran terintegrasi STEM merupakan pembelajaran yang memberikan dampak positif terhadap pembelajaran matematika mulai dari pendidikan pra sekolah hingga pendidikan tinggi tanpa dibatasi pada satu jenjang kelas saja. Integrasi STEM dalam pembelajaran membutuhkan persiapan yang matang agar pembelajaran dapat terlaksana dengan baik. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu penetapan isi pelajaran, metode yang digunakan dalam pembelajaran harus berbasis masalah dan project, serta pembelajaran harus bersifat kooperatif. Penetapan isi pelajaran dalam pendidikan STEM sebaiknya memilih tema yang akan digali dari berbagai ilmu multidisiplin dan dikaitkan dengan teknologi. Hal ini dilakukan agar dapat menstimulus siswa untuk menciptakan ide-ide baru, berpikir kritis, meningkatkan kemampuan komunikasi, dan berkolaborasi dalam proses pemecahan masalah. Integrasi STEM dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan prestasi matematika siswa serta dapat meningkatkan keterampilan matematika abad 21 terutama dalam *critical thinking and problem solving*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tempatkan Ucapan Terimakasih, termasuk informasi tentang sumber dukungan finansial yang diterima untuk diterbitkan. Tempatkan Ucapan Terimakasih, termasuk informasi tentang sumber dukungan finansial yang diterima untuk diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

Acar, D., Tertemiz, N., & Taşdemir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic

- achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training teachers. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505–513. <https://doi.org/10.26822/iejee.2018438141>
- Asigigan, S. I., & Samur, Y. (2021). The effect of gamified stem practices on students' intrinsic motivation, critical thinking disposition levels, and perception of problem-solving skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(2), 332–352. <https://doi.org/10.46328/IJEMST.1157>
- Çetin, A. (2020). Examining Project-Based STEM Training in a Primary School. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(3), 811–825.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Dewanti, S. S., Kartowagiran, B., Jailani, J., & Retnawati, H. (2020). Lecturers' Experience in Assessing 21St-Century Mathematics Competency in Indonesia. *Problems of Education in the 21st Century*, 78(4), 500–515. <https://doi.org/10.33225/pec/20.78.500>
- Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş-Erdem, Z., & Şahin, S. (2019). Using mathematical modeling for integrating STEM disciplines: A theoretical framework. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(3), 628–653. <https://doi.org/10.16949/turkbilmate.502007>
- Dwita, L., & Susanah, S. (2020). Penerapan Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Dalam Pembelajaran Matematika Di Smk Pada Jurusan Bisnis Konstruksi Dan Properti. *MATHEdunesa*, 9(2), 276–286. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v9n2.p276-286>
- Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., & Anwar, C. (2021). Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012058>
- Gibson, S., & Bradley, P. (2017). A study of Northern Ireland Key Stage 2 pupils' perceptions of using the BBC Micro:bit in STEM education. *The STeP Journal Student Teacher Perspectives*, 4(April), 15–41.
- Hasancebi, F. Y., Guner, O., Kutru, C., & Hasancebi, M. (2021). Impact of Stem Integrated Argumentation-Based Inquiry Applications on Students ' Academic Success, Reflective Thinking and Creative Thinking Skills. *Participatory Educational Research*, 8(4), 274–296. <https://doi.org/10.17275/per.21.90.8.4>
- Khotimah, R. P., Adnan, M., Ahmad, C. N. C., & Murtiyasa, B. (2021). Science, Mathematics, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in Indonesia: A Literature Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012028>
- Kristanto, Y. D., & Santoso, E. B. (2020). Towards a mathematics textbook for supporting 21st century learning: The student perspective. *Journal of Physics: Conference Series*, 1657(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012037>
- Kurniawan, H. (2020). *Design Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan STEM (Science , Technology , Engineering , Mathematics) A . Pendahuluan STEM singkatan dari Science , Technology , Engineering , and Mathematics merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang terintegrasi . 11(1), 37–52.*
- Kurt, M., & Benzer, S. (2020). An Investigation on the Effect of STEM Practices on Sixth Grade Students' Academic Achievement, Problem Solving Skills, and Attitudes towards STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79–88. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i2.21419>
- Listiana, Y. R. (2021). Dampak Globalisasi Terhadap Karakter Peserta Didik dan Kualitas Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1), 1544–1550.

- <https://www.jptam.org/index.php/jptam/article/view/1134>
- Mason, J., Khan, K., & Smith, S. (2016). *Literate , Numerate , and Discriminate – Realigning 21 st Century Skills*.
- P21. (2019). Framework for 21st century learning definitions. *Partnership for 21st Century Learning*, 9. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf
- Pane, A. N., Andra, D., & Wayan Distrik, I. (2021). The development physics e-module based PBL-Integrated STEM to improve higher-order thinking skills on static fluid material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012086>
- Rasid, N. S. M., Nasir, N. A. M., Singh, P., & Han, C. T. (2020). STEM integration: Factors affecting effective instructional practices in teaching mathematics. *Asian Journal of University Education*, 16(1), 56–69. <https://doi.org/10.24191/ajue.v16i1.8984>
- Rehmat, A. P., & Hartley, K. (2020). Building engineering awareness: Problem-based learning approach for STEM integration. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28636>
- Rizaldi, D. R., Nurhayati, E., & Fatimah, Z. (2020). The Correlation of Digital Literation and STEM Integration to Improve Indonesian Students’ Skills in 21st Century. *International Journal of Asian Education*, 1(2), 73–80. <https://doi.org/10.46966/ijae.v1i2.36>
- Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Program on Students’ Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.29333/iejme/5885>
- Stansell, A., Tyler-Wood, T., & Austin, S. (2016). The development of a transmedia STEM curriculum: implications for mathematics education. *Journal of Mathematics Education*, 9(2), 72–80. http://educationforatoz.com/images/2016_Commentary_1.pdf
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., & Houghton, T. (2020). Mathematics and STEM teacher development for flipped education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 3–25. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0006>
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Zorluo, S. L., Beg, L. U. K., & Sciences, E. (2021). *Change of Teachers ’ Metaphors Towards STEM and 21st Century Skills with STEM Course*. 9(July), 1–11.