Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 5, September 2026

ISSN 2614-221X (print)
ISSN 2614-2155 (online)

DOI 10.22460/jpmi.v9i5.30989

PEMBELAJARAN BERBASIS STEAM DALAM PERSPEKTIF GURU

Pieter Zakarias Tupamahu[1], Nanang Priatna*[2], Nelma Dortje Lethulur [3]

[1,2,3] Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Indonesia
[1]pietertpmhu11@upi.edu, [2]nanang_priatna@upi.edu*, [3]dortjelethulur@upi.edu

ARTICLE INFO

Article History
Received Jan 20, 2026
Revised May 20, 2026
Accepted Aug 31, 2026

Keywords:
Mathematics Education;
Senior High School;
STEAM-Based Learning;
Teacher Perception

ABSTRACT

The gap between 21st-century competency demands and mathematics instruction underscores the urgency of STEAM-based learning. This research aims to investigate high school teachers' perceptions in Bandung City toward the implementation of STEAM-based education in response to 21st-century educational challenges and the Society 5.0 era. A quantitative descriptive approach was employed, utilizing an online questionnaire administered to a purposively selected sample of 18 teachers, chosen because they were actively implementing STEAM in the classroom. Findings indicate that teachers possess a solid conceptual understanding and recognize STEAM's relevance in enhancing student motivation and holistic comprehension. However, significant barriers were identified, including limited technological infrastructure, teachers' pedagogical readiness, and constrained cross-disciplinary collaboration. The study also highlights the urgent need for ongoing professional training and policy support to align STEAM with the national curriculum, ensuring its sustainability and effectiveness. These results offer preliminary empirical insights for the development of comprehensive STEAM implementation strategies at the high school level, while underscoring the importance of synergy among teachers, schools, and government to foster a conducive and innovative learning environment.

Kesenjangan antara tuntutan kompetensi abad ke-21 dengan praktik pembelajaran matematika menegaskan urgensi pembelajaran berbasis STEAM. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji persepsi guru SMA di Kota Bandung terhadap implementasi pembelajaran berbasis STEAM dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21 dan era Society 5.0. Menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui kuisioner daring dengan sampel 18 guru yang dipilih secara purposive karena aktif mengimplementasikan STEAM. Temuan menunjukkan bahwa guru memiliki pemahaman konseptual yang baik dan menyadari relevansi STEAM dalam meningkatkan motivasi serta pemahaman holistik peserta didik. Namun, kendala signifikan ditemukan pada keterbatasan infrastruktur teknologi, kesiapan pedagogis guru, serta kolaborasi lintas mata pelajaran yang masih terbatas. Studi juga mengungkapkan kebutuhan mendesak akan pelatihan berkelanjutan dan dukungan kebijakan yang menyelaraskan STEAM dengan kurikulum nasional untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas pembelajaran. Hasil penelitian memberikan gambaran empiris awal bagi pengembangan strategi implementasi STEAM yang komprehensif di tingkat SMA, sekaligus menggarisbawahi pentingnya sinergi antara guru, sekolah, dan pemerintah dalam menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dan inovatif.

Corresponding Author:
Nanang Priatna,
Universitas Pendidikan Indonesia
Bandung, Indonesia
nanang_priatna@upi.edu

This is an open access article under the *CC BY-SA* license

How to cite:

Tupamahu, P. Z., Priatna, N., & Lethulur, N. D. (2026). Pembelajaran berbasis STEAM dalam perspektif guru. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(5), 1285-1298.

PENDAHULUAN

Transisi menuju era Society 5.0 dengan kemajuan teknologi yang pesat, pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) menghadapi tantangan besar dalam mempersiapkan lulusan yang tidak hanya menguasai pengetahuan akademik, tetapi juga menguasai kompetensi berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif (Indarta et al., 2022). Namun, pada faktanya, pembelajaran di tingkat SMA masih sering kali dilakukan secara terpisah-pisah antardisiplin ilmu tanpa integrasi yang baik, sehingga sulit bagi siswa untuk melihat hubungan antarbidang dan menerapkan ilmu tersebut dalam konteks dunia nyata. Kondisi ini memperlihatkan kesenjangan antara tuntutan kompetensi abad ke-21 dengan praktik pembelajaran yang berlangsung saat ini (Akib et al., 2020; Amiruddin et al., 2022). Kesenjangan tersebut menegaskan pentingnya pembelajaran yang mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara bermakna, salah satunya melalui pendekatan STEAM.

STEAM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) adalah salah satu pendekatan dalam pembelajaran yang dikembangkan oleh Yakman (2008) dengan berfokus pada pengintegrasian disiplin ilmu yang berbeda untuk memperoleh pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna. STEAM tidak hanya diajarkan sebagai lima subjek disiplin ilmu secara terpisah, tetapi juga dikombinasikan ke dalam pembelajaran bermakna di mana siswa dapat bereksplorasi, mendesain, dan membuat solusi dari suatu permasalahan yang dihadapi. Pendekatan ini relevan diterapkan pada pembelajaran matematika karena memungkinkan siswa memahami konsep abstrak melalui konteks nyata yang melibatkan sains, teknologi, rekayasa, dan seni secara terpadu.

Saat ini guru menghadapi berbagai kendala dalam mengimplementasikan model pembelajaran inovatif seperti STEAM (Roshayanti et al., 2022). Lebih lanjut, banyak guru yang belum memiliki pemahaman mendalam maupun pelatihan yang memadai di luar keahlian mereka terkait pendekatan STEAM, serta keterbatasan fasilitas pendukung seperti laboratorium dan teknologi pembelajaran menjadi kendala nyata. Keadaan ini menyebabkan implementasi STEAM di SMA belum optimal dan menyulitkan terciptanya pembelajaran yang interdisipliner dan berbasis proyek sesuai prinsip STEAM (Laksmiwati et al., 2024; Rafli et al., 2022; Ramli et al., 2023). Berbagai kendala tersebut menunjukkan bahwa kesiapan guru menjadi faktor penentu keberhasilan STEAM, sehingga aspek ini penting untuk dikaji lebih lanjut melalui persepsi guru itu sendiri.

Kendala lain yang dihadapi oleh guru dalam menerapkan pembelajaran STEAM adalah beban kerja guru yang tinggi dan penggunaan media pembelajaran baru yang masih asing bagi sebagian pendidik sehingga belum dapat kerkolaborasi dan merencanakan secara efektif. Hal ini berimplikasi pada kurangnya waktu persiapan dan pembelajaran yang kurang menarik bagi siswa. Selain itu, standar kurikulum dan penilaian yang belum terintegrasi juga mempersulit guru menerapkan STEAM secara sistematis dan efektif di kelas (Boice et al., 2021; Caton, 2021; Umami, 2018). Dengan demikian, keterbatasan waktu, media, dan keselarasan kurikulum saling berkaitan dan secara kumulatif menghambat optimalisasi pembelajaran berbasis STEAM di kelas.

Dalam upaya berkolaborasi untuk mengatasi berbagai tantangan atau masalah yang telah diuraikan, pembelajaran berbasis STEAM di SMA menawarkan solusi melalui pendekatan yang menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika dalam suatu rangkaian pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif (Zayyinah et al., 2022). STEAM memberikan peluang bagi siswa untuk aktif berpartisipasi dalam eksplorasi dan pemecahan masalah yang nyata, mengembangkan keterampilan inovasi dan kolaborasi yang penting untuk masa depan.

Pendekatan ini membantu menghubungkan materi pembelajaran dengan kebutuhan dunia nyata serta melatih keterampilan abad 21 secara terpadu (Körtesi et al., 2022; McLure et al., 2022). Hal ini menegaskan bahwa STEAM bukan sekadar strategi pengajaran tambahan, melainkan kerangka pembelajaran yang dapat memperkuat relevansi matematika dengan kehidupan nyata siswa.

Peningkatan kompetensi guru menjadi prasyarat utama dalam keberhasilan implementasi STEAM. Melalui pelatihan yang berkelanjutan dan pendampingan profesional, guru SMA dapat memahami konsep STEAM secara menyeluruh dan mampu merancang pembelajaran yang efektif dan menarik. Sinergi antar guru lintas mata pelajaran dan kolaborasi dalam merancang proyek pembelajaran dapat memperkuat keutuhan dan kemanfaatan STEAM dalam kelas (Novitasari et al., 2022; Zayyinah et al., 2022). Oleh karena itu, penguatan kompetensi dan sinergi antarguru menjadi prasyarat yang tidak dapat dipisahkan dari keberhasilan implementasi STEAM secara berkelanjutan.

Selain dari sisi guru, dukungan kebijakan sekolah dan pemerintah sangat dibutuhkan, terutama dalam penyediaan fasilitas laboratorium, perangkat pembelajaran teknologi, dan penyelarasan kurikulum. Dukungan ini akan memberikan lingkungan yang kondusif untuk penerapan STEAM serta mempermudah guru mengakses berbagai sumber daya yang diperlukan. Kebijakan yang responsif dapat menjembatani kebutuhan sekolah dalam menerapkan pembelajaran inovatif yang berkelanjutan (Arung et al., 2023; Darwanto et al., 2022). Sinergi antara guru, sekolah, dan pemerintah tersebut menegaskan bahwa keberhasilan STEAM tidak hanya bergantung pada kesiapan individu guru, tetapi juga pada ekosistem kebijakan yang mendukung secara menyeluruh.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji implementasi STEAM dari berbagai perspektif dan jenjang pendidikan. Roshayanti et al., (2022) misalnya mengungkap kesiapan guru sekolah dasar dalam menerapkan STEAM, Amiruddin et al., (2022) berfokus pada kontribusi pendekatan STEAM terhadap pembelajaran fisika, sedangkan Laksmiwati et al., (2024) menggunakan metode Delphi untuk menggali pandangan para ahli pendidikan Indonesia mengenai penguatan implementasi STEAM. Studi-studi tersebut umumnya berfokus pada jenjang pendidikan dasar, mata pelajaran tertentu, atau pandangan pakar, sehingga persepsi guru matematika SMA secara langsung terhadap implementasi STEAM di kelas belum banyak diungkap secara empiris, khususnya dalam konteks Kota Bandung. Kesenjangan (gap) penelitian inilah yang menjadi dasar bagi penelitian ini untuk secara khusus mengkaji pemahaman, praktik, dan tantangan yang dihadapi guru matematika SMA dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEAM, sekaligus menjadi pembeda utama penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pembelajaran berbasis STEAM dari sudut pandang guru SMA, dengan menyoroti pengalaman, kendala, dan harapan mereka dalam mengimplementasikan STEAM. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai persepsi guru matematika SMA terhadap STEAM, yang selanjutnya dapat menjadi bahan pertimbangan awal bagi pengembangan strategi pelatihan dan kebijakan pembelajaran STEAM yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan kondisi guru di lapangan. Kontribusi ini bersifat eksploratif dan tidak dimaksudkan sebagai generalisasi menyeluruh, mengingat cakupan penelitian yang bersifat deskriptif dengan jumlah sampel yang terbatas.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif untuk memperoleh gambaran objektif mengenai persepsi guru terhadap pembelajaran berbasis STEAM. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan memetakan pola persepsi guru berdasarkan data numerik dari instrumen tertutup, tanpa dimaksudkan untuk menguji hubungan sebab-akibat antarvariabel (Creswell & Creswell, 2018). Data dikumpulkan melalui instrumen kuesioner yang disebarkan secara daring menggunakan *platform Google Form* kepada para guru yang mengajar di sekolah menengah atas. Kuesioner tersebut dirancang untuk mengukur persepsi dan penerapan pembelajaran berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*).

Populasi penelitian ini adalah guru yang mengajar dan terlibat dalam pelaksanaan pembelajaran STEAM di beberapa sekolah menengah atas di Kota Bandung. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu pemilihan responden secara sengaja berdasarkan kriteria keterlibatan aktif dalam program STEAM. Kriteria tersebut ditetapkan agar responden benar-benar mewakili karakteristik populasi guru SMA di Kota Bandung yang secara aktif mengimplementasikan STEAM di kelas, bukan sekadar mengenal konsepnya, sehingga persepsi yang terekam mencerminkan pengalaman langsung dalam penerapan pembelajaran berbasis STEAM. Sampel penelitian terdiri dari 18 guru yang telah mengisi kuesioner secara lengkap.

Instrumen pengumpulan data berupa kuesioner tertutup yang dirancang berdasarkan 14 indikator penerapan dan persepsi terhadap pembelajaran STEAM, yang dikelompokkan ke dalam lima tema besar, yaitu (1) pemahaman konseptual STEAM, (2) implementasi dan kesesuaian dengan kurikulum, (3) persiapan dan pengembangan pembelajaran, (4) infrastruktur dan teknologi pendukung, serta (5) efektivitas dan respons peserta didik. Kelima tema tersebut selanjutnya dijabarkan ke dalam 29 pernyataan (kisi-kisi instrumen tersaji pada Tabel 1 sampai Tabel 5) yang diukur menggunakan skala Likert empat poin (*forced-choice*), yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Skala empat poin dipilih secara sengaja tanpa kategori netral agar responden menentukan sikap yang lebih tegas terhadap setiap pernyataan dan untuk mengurangi kecenderungan menjawab pada titik tengah (*central tendency bias*), sebagaimana direkomendasikan pada instrumen sikap di bidang pembelajaran matematika (Adelson & McCoach, 2010). Selain itu, terdapat satu pertanyaan terbuka yang memberikan ruang bagi responden untuk menyampaikan komentar dan saran terkait implementasi STEAM di sekolah masing-masing.

Data hasil pengisian kuesioner selanjutnya diolah dengan menggunakan teknik statistik deskriptif. Proses pengolahan data meliputi validasi dan *encoding* skor skala Likert (SS=4, S=3, TS=2, STS=1) untuk memudahkan analisis numerik. Statistik deskriptif yang digunakan mencakup perhitungan frekuensi dan persentase frekuensi jawaban pada setiap kategori skala (SS, S, TS, STS) untuk menggambarkan kecenderungan respons guru pada setiap pernyataan. Nilai rata-rata skor *encoding* digunakan sebatas indikator pendukung kecenderungan umum, mengingat data skala Likert bersifat ordinal sehingga interpretasi utama tetap didasarkan pada distribusi frekuensi dan persentase, bukan pada ukuran tendensi pusat data interval. Penyajian hasil analisis dilakukan melalui tabel distribusi frekuensi, grafik, dan uraian naratif yang mendeskripsikan kondisi nyata penerapan STEAM.

Penulisan laporan hasil penelitian difokuskan pada interpretasi data deskriptif dengan aturan interpretasi sebagai berikut: kategori jawaban dengan persentase tertinggi pada setiap pernyataan dijadikan dasar untuk menentukan kecenderungan persepsi guru (dominan setuju,

dominan tidak setuju, atau terpolarisasi); gabungan persentase Sangat Setuju dan Setuju di atas 50% diinterpretasikan sebagai indikasi persepsi atau praktik yang positif, sedangkan gabungan persentase Tidak Setuju dan Sangat Tidak Setuju di atas 50% diinterpretasikan sebagai indikasi kendala atau tantangan yang perlu mendapat perhatian. Aturan tersebut digunakan untuk memberikan gambaran komprehensif terhadap tingkat pemahaman, implementasi, serta tantangan yang dihadapi oleh guru dalam pembelajaran berbasis STEAM. Pendekatan ini memungkinkan penelitian untuk menyediakan data empiris yang dapat dijadikan dasar rekomendasi praktis dan pengembangan kebijakan pendidikan di bidang STEAM. Perlu ditegaskan bahwa penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif berbasis kuesioner tertutup sehingga belum melibatkan triangulasi melalui wawancara mendalam atau *focus group discussion* (FGD); triangulasi tersebut direkomendasikan pada penelitian lanjutan agar temuan mengenai persepsi guru dapat divalidasi secara lebih komprehensif dan akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Sebagai konteks untuk memahami hasil persepsi pada bagian berikutnya, berikut disajikan gambaran karakteristik responden penelitian. Penelitian ini melibatkan 18 responden yang merupakan guru dari berbagai sekolah menengah atas yang telah menerapkan pembelajaran berbasis STEAM di Kota Bandung. Karakteristik responden mencakup variabel asal sekolah dan lama bekerja sebagai guru. Terkait dengan lama bekerja, responden memiliki rentang pengalaman yang beragam, mulai dari 2 tahun hingga 30 tahun. Rata-rata lama bekerja guru dalam penelitian ini adalah sekitar 11 tahun, yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden adalah guru dengan pengalaman menengah hingga tinggi dalam bidang pendidikan. Distribusi lama bekerja dapat digolongkan sebagai berikut: sebagian besar memiliki pengalaman mengajar kurang dari 10 tahun, sebagian lagi antara 10 hingga 20 tahun, dan sebagian kecil di atas 20 tahun.

Secara keseluruhan, karakteristik responden ini memberikan gambaran representatif mengenai populasi guru yang terlibat dalam penerapan STEAM dalam pembelajaran. Variasi pengalaman kerja yang dimiliki oleh responden dapat memperkaya data persepsi dan praktik yang diperoleh melalui kuesioner ini. Karakteristik ini menjadi konteks penting dalam memahami variasi persepsi guru yang disajikan pada bagian statistik deskriptif berikutnya, mengingat pengalaman mengajar berpotensi berkaitan dengan tingkat pemahaman dan kesiapan guru terhadap pembelajaran berbasis STEAM.

Penelitian ini menggunakan 29 pernyataan dari 14 indikator yang diukur melalui kuisioner dengan skala Likert empat poin, yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Berikut merupakan tabel deskripsi statistik pada beberapa tema indikator untuk memberikan gambaran umum mengenai persepsi guru terhadap penerapan pembelajaran berbasis STEAM.

Tabel 1. Tema indikator pemahaman konseptual STEAM

Indikator	No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Definisi STEAM berdasarkan pada pandangan setiap guru	1.	Saya memahami makna dan konsep dari penerapan STEAM dalam pembelajaran di kelas.	27.8%	66.6%	0%	5.6%

Memahami latar belakang pengaplikasian dari STEAM	3.	Konsep STEAM sangat relevan dengan pendidikan saat ini.	50%	44.4%	0%	5.6%
	4.	Saya memahami bagaimana STEAM dapat meningkatkan minat siswa terhadap sains dan teknologi.	50%	44.4%	0%	5.6%

Berdasarkan tema indikator pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa pemahaman para guru terkait konsep STEAM dengan tiga pernyataan positif lebih cenderung pada kategori setuju. Pernyataan pada indikator ini disusun untuk mengetahui sejauh mana guru atau pendidik dapat mengetahui terlebih dahulu konsep STEAM itu sendiri sebelum diajarkan kepada siswa. Dominasi persentase jawaban pada dua kategori, yaitu sangat setuju dan setuju, mengindikasikan bahwa sebagian besar guru tidak hanya mengenali istilah STEAM, tetapi juga memahami makna, relevansi, dan kontribusinya dalam meningkatkan minat siswa terhadap sains dan teknologi di kelas.

Tabel 2. Tema indikator implementasi dan kesesuaian

Indikator	No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Apakah STEAM sudah diterapkan di tempat dia mengajar	2.	Saya sering menerapkan pembelajaran berbasis STEAM di sekolah saya.	0%	72.2%	22%	5.6%
Kesesuaian STEAM dalam lingkungan dan kondisi siswa	5.	Siswa di sekolah saya memiliki akses yang terbatas terhadap teknologi yang diperlukan untuk pembelajaran STEAM.	0%	55.6%	22.2%	22.2%
	6.	Siswa di sekolah saya menunjukkan antusiasme terhadap kegiatan belajar berbasis STEAM.	33.4%	61%	0%	5.6%
Kesesuaian STEAM dengan kurikulum yang berlaku di sekolah	7.	Pendekatan STEAM sesuai dengan kurikulum yang berlaku di sekolah saya	27.8%	61%	5.6%	5.6%
	8.	Saya mampu menganalisis kurikulum mata pelajaran matematika terkait STEAM dan menyesuaikan kurikulum ke dalam kelas	16.6%	66.6%	11.2%	5.6%
	9.	Saya merasa kewalahan dengan tuntutan untuk mengintegrasikan STEAM ke dalam kurikulum matematika saat ini	0%	44.4%	44.4%	11.2%

Tema indikator implementasi dan kesesuaian pada Tabel 2 berkaitan dengan pernyataan-pernyataan yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana STEAM sudah dapat diimplementasikan di dalam proses pembelajaran. Secara deskriptif, kategori pada tema indikator ini lebih cenderung pada kategori setuju terhadap kesesuaian dan implementasi STEAM. Hal ini tampak dari pernyataan bahwa guru sering menerapkan pembelajaran berbasis STEAM, di mana sebagian besar respons berada pada kategori setuju, meskipun masih terdapat proporsi tertentu yang menyatakan kurang setuju, sehingga mengindikasikan implementasi belum sepenuhnya merata di semua kelas. Di sisi lain, indikator mengenai kondisi siswa

menunjukkan bahwa akses terhadap teknologi masih terbatas dan sebagian siswa memiliki antusiasme tinggi terhadap kegiatan STEAM, sehingga guru perlu menyeimbangkan antara peluang dan keterbatasan sarana yang ada. Selain itu, kesesuaian STEAM dengan kurikulum juga memperoleh respons mayoritas setuju dan sangat setuju, yang menandakan bahwa guru melihat pendekatan STEAM sejalan dengan tuntutan kurikulum, mampu dianalisis dan diintegrasikan dalam pembelajaran matematika, meskipun sebagian guru masih merasa kewalahan dengan tuntutan integrasi tersebut sehingga memerlukan dukungan pelatihan dan fasilitasi lebih lanjut.

Tabel 3. Tema indikator persiapan dan pengembangan pembelajaran

Indikator	No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Persiapan yang harus dilakukan untuk proses pembelajaran STEAM	14.	Saya merasa kurang percaya diri dalam memilih konten materi penting yang akan digunakan untuk proses pembelajaran STEAM	5.6%	22.2%	61.1%	11.1%
	15.	Saya telah merancang kegiatan atau proyek, bahan ajar yang sesuai untuk pembelajaran berbasis STEAM	11.1%	38.9%	44.4%	5.6%
	16.	Saya merasa tidak cukup terlatih untuk mengimplementasikan pendekatan STEAM dalam pembelajaran matematika	0%	44.4%	44.4%	11.2%
Rencana pembelajaran berbasis STEAM	22.	Siswa di sekolah saya memiliki akses yang terbatas terhadap teknologi yang diperlukan untuk pembelajaran STEAM.	0%	55.6%	22.2%	22.2%
	23.	Siswa di sekolah saya menunjukkan antusiasme terhadap kegiatan belajar berbasis STEAM.	33.4%	61%	0%	5.6%
	24.	Saya Menyusun aktivitas-aktivitas yang mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam rencana pembelajaran STEAM	11.1%	61.1%	22.2%	5.6%
	25.	Saya merasa sulit untuk menyeimbangkan pengajaran STEAM dengan persiapan siswa untuk ujian standar	0%	40%	27.8%	22.2%
Pendapat guru bahwa ada kebutuhan untuk melatih pengetahuan STEAM bagi guru matematika	27.	saya yakin bahwa pengetahuan tentang STEAM akan membantu guru matematika menghadapi tantangan-tantangan pendidikan saat ini	50%	44.4%	0%	5.6%
	28.	Saya kesulitan melakukan kolaborasi dengan guru lain dalam penerapan dan pengembangan materi pembelajaran STEAM	5.6%	27.8%	61%	5.6%
	29.	Saya merasa kewalahan dengan tuntutan untuk mengintegrasikan STEAM ke dalam kurikulum matematika saat ini	0%	44.4%	44.4%	11.2%

Tema indikator pada Tabel 3 menunjukkan bahwa guru masih menghadapi berbagai tantangan dalam mengelola pembelajaran berbasis STEAM. Sebagian besar respons berada pada kategori tidak setuju dan sangat tidak setuju terhadap pernyataan positif seperti rasa percaya diri dalam memilih konten, kemampuan merancang proyek, serta kesiapan dan keterampilan

mengimplementasikan STEAM, yang mengindikasikan bahwa guru merasa persiapan mereka belum optimal. Pada indikator rencana pembelajaran, meskipun banyak guru yang merencanakan kegiatan yang mengintegrasikan konsep STEAM dan menyusun aktivitas pengembangan berpikir kritis dan kreatif, masih terdapat proporsi yang cukup besar yang merasa kesulitan mengevaluasi kemajuan siswa dan menyeimbangkan pengajaran STEAM dengan tuntutan ujian standar. Sementara itu, pada indikator kebutuhan pelatihan, mayoritas guru menyatakan yakin bahwa peningkatan pengetahuan STEAM sangat dibutuhkan untuk menghadapi tantangan pendidikan. Namun, mereka juga mengaku kesulitan berkolaborasi dengan guru lain dan merasa kewalahan dengan tuntutan integrasi STEAM dalam kurikulum, sehingga diperlukan program pendampingan dan pelatihan berkelanjutan bagi guru matematika.

Tabel 4. Tema indikator infrastruktur dan teknologi pendukung

Indikator	No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran	20.	Saya secara rutin menggunakan teknologi dalam pengajaaran STEAM di kelas	5.6%	55.5%	33.3%	5.6%
Fasilitas dan infrastruktur atau sarana dan prasarana yang memadai untuk menunjang pembelajaran berbasis STEAM	21.	Sekolah saya kekurangan fasilitas yang mendukung lingkungan belajar yang kondusif untuk pembelajaran berbasis STEAM	5.6%	55.5%	27.8%	11.1%

Tabel 4 menggambarkan bahwa pemanfaatan teknologi dan ketersediaan sarana prasarana masih menjadi tantangan penting dalam penerapan pembelajaran STEAM. Meskipun lebih dari separuh guru menyatakan setuju bahwa mereka secara rutin menggunakan teknologi dalam pengajaran STEAM, masih terdapat proporsi yang cukup besar pada kategori tidak setuju, yang menunjukkan bahwa praktik penggunaan teknologi belum merata di semua kelas. Selain itu, mayoritas guru juga setuju bahwa sekolah masih kekurangan fasilitas yang mendukung lingkungan belajar kondusif untuk pembelajaran berbasis STEAM, sehingga kesiapan infrastruktur belum sepenuhnya memadai. Kondisi ini mengisyaratkan perlunya peningkatan investasi sarana prasarana, penyediaan perangkat teknologi yang memadai, dan dukungan manajerial sekolah agar guru dapat mengintegrasikan STEAM secara optimal dalam proses pembelajaran.

Tabel 5. Tema indikator efektivitas dan respon peserta didik

Indikator	No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
Pentingnya penerapan STEAM dalam pembelajaran matematika	10.	Saya menganggap penting untuk menerapkan pembelajaran berbasis STEAM dalam mempelajari materi matematika	44.4%	50%	0%	5.6%
	11.	Pendekatan STEAM membantu siswa memahami konsep matematika dengan lebih baik	33.3%	61.1%	0%	5.6%
	12.	STEAM membantu siswa melihat pentingnya matematika dalam inovasi dan teknologi	38.9%	55.5%	0%	5.6%

	13.	Saya khawatir bahwa fokus pada STEAM mungkin mengurangi waktu untuk pengajaran konsep matematika tradisional	0%	38.9%	44.4%	16.7%
Berapa banyak kali guru telah menerapkan STEAM dalam pembelajaran	17.	Saya mengintegrasikan konsep STEAM dalam setiap semester pengajaran.	5.6%	55.5%	33.3%	5.6%
	18.	saya yakin bahwa pengetahuan tentang STEAM akan membantu guru matematika menghadapi tantangan-tantangan pendidikan saat ini	50%	44.4%	0%	5.6%
Ketertkaitan STEAM dengan pelajaran lain	19.	Saya kesulitan melakukan kolaborasi dengan guru lain dalam penerapan dan pengembangan materi pembelajaran STEAM	5.6%	27.8%	61%	5.6%
Respons atau tanggapan siswa terhadap pembelajaran berbasis STEAM	26.	Saya melihat peningkatan minat dan hasil belajar siswa setelah menerapkan pembelajaran berbasis STEAM.	16.7%	77.7%	0%	5.6%

Tema indikator terakhir pada Tabel 5. Tema indikator efektivitas dan respons peserta didik pada Tabel 5 menunjukkan bahwa guru memiliki pandangan yang sangat positif terhadap kontribusi STEAM dalam pembelajaran matematika. Mayoritas respons berada pada kategori setuju dan sangat setuju terhadap pernyataan bahwa pembelajaran berbasis STEAM penting diterapkan, membantu siswa memahami konsep matematika dengan lebih baik, serta menumbuhkan kesadaran akan pentingnya matematika dalam inovasi sains dan teknologi, sementara kekhawatiran bahwa fokus pada STEAM mengurangi waktu pengajaran konsep tradisional hanya dirasakan sebagian kecil guru. Selain itu, indikator frekuensi penerapan memperlihatkan bahwa sebagian besar guru telah mengintegrasikan STEAM setiap semester, dan mengakui keterkaitan yang kuat antara materi matematika dan pelajaran lain melalui kegiatan STEAM sehingga mendorong pemahaman yang lebih holistik lintas disiplin. Pada indikator respons siswa, proporsi terbesar guru menyatakan bahwa mereka melihat peningkatan minat dan hasil belajar siswa setelah penerapan STEAM, yang mengisyaratkan bahwa pendekatan ini tidak hanya relevan secara kurikulum, tetapi juga efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan prestasi belajar matematika di kelas.

Secara keseluruhan, temuan deskriptif pada Tabel 1 sampai Tabel 5 memberikan gambaran awal yang informatif mengenai persepsi guru terhadap pembelajaran berbasis STEAM. Meskipun demikian, klaim mengenai pemahaman, kesiapan, dan tantangan guru pada setiap tema indikator akan lebih kuat apabila didukung oleh eksplorasi kualitatif yang lebih mendalam, misalnya melalui wawancara atau *focus group discussion* (FGD) dengan sebagian responden, sehingga temuan deskriptif ini dapat divalidasi dan diperkaya secara lebih komprehensif.

Pembahasan

Pembahasan berikut diuraikan secara komprehensif dengan menjelaskan apa temuan yang diperoleh, mengapa temuan tersebut terjadi, dan bagaimana temuan tersebut dikaitkan dengan

pendapat ahli maupun penelitian relevan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa guru-guru SMA di Kota Bandung memiliki pemahaman yang tinggi mengenai konsep STEAM dan menyadari pentingnya penerapan pembelajaran berbasis STEAM dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap matematika. Tingginya persentase guru yang setuju dan sangat setuju terhadap relevansi STEAM dalam konteks pendidikan saat ini menunjukkan bahwa pendekatan ini sudah cukup dikenal dan diapresiasi oleh para pendidik sebagai metode yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar matematika. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Mu'minah & Suryaningsih (2020) dan Safitri (2022) yang menyatakan bahwa pemahaman guru yang baik tentang konsep STEAM merupakan fondasi penting untuk keberhasilan implementasi pembelajaran berbasis STEAM. Pendidik harus bisa memberdayakan diri mereka sendiri untuk memfasilitasi pembelajaran yang bersifat inklusif di mana semua siswa dapat berkontribusi, menumbuhkan pemikiran kritis, kolaborasi, dan keterampilan pemecahan masalah yang diperlukan untuk abad ke-21.

Hasil lain yang diperoleh juga mengungkap sejumlah kendala dalam implementasi pembelajaran STEAM, terutama terkait keterbatasan akses teknologi di lingkungan sekolah dan tantangan guru dalam menyesuaikan STEAM dengan kurikulum yang berlaku serta dalam menyiapkan materi pembelajaran. Sebagian guru merasa kewalahan dengan tuntutan perpaduan STEAM ke dalam pembelajaran matematika, terutama dalam hal persiapan bahan ajar, evaluasi kemajuan siswa, dan kolaborasi dengan guru lain. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan dukungan berupa pelatihan dan pendampingan profesional yang berkelanjutan untuk memastikan guru memiliki kapasitas yang cukup dalam mengintegrasikan STEAM secara efektif. Studi oleh Novitasari et al., (2022) menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan meningkatkan kemampuan guru dalam mengimplementasikan metode pembelajaran STEAM secara menyeluruh.

Di sisi infrastruktur, meskipun sebagian guru sudah menggunakan teknologi dalam pembelajaran STEAM, kekurangan fasilitas pendukung masih menjadi hambatan yang signifikan. Hal ini menjadi isu penting yang perlu mendapat perhatian dari pihak sekolah dan pemangku kebijakan pendidikan demi menciptakan lingkungan belajar yang kondusif bagi pelaksanaan STEAM. Ketersediaan teknologi yang memadai terbukti penting dalam mendukung aktivitas pembelajaran interdisipliner yang menjadi ciri khas STEAM. Sejalan dengan hal tersebut, Huda et al., (2024) menggarisbawahi perlunya infrastruktur dan sumber daya yang lebih baik untuk mendukung inisiatif STEAM dalam lanskap pendidikan unik Indonesia.

Respons positif guru terhadap efektivitas STEAM dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika dan keterkaitan antara matematika dengan pelajaran lain juga memperkuat argumen bahwa pembelajaran STEAM mampu mendorong kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta pemahaman holistik lintas disiplin. Observasi guru bahwa minat dan hasil belajar siswa meningkat setelah penggunaan metode STEAM menunjukkan relevansi dan efektivitas pendekatan ini, yang selaras dengan temuan Januardi & Susiaty (2023) dalam ranah pendidikan matematika yang melaporkan peningkatan signifikan dalam kreativitas dan hasil belajar siswa melalui integrasi STEAM.

Secara keseluruhan, temuan ini mendukung argumen bahwa pembelajaran berbasis STEAM memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah menengah. Namun, diperlukan kebijakan strategis yang mengakomodasi pelatihan guru, penyediaan fasilitas, dan pengembangan kurikulum agar implementasi STEAM dapat optimal dan merata di seluruh sekolah. Penelitian lanjutan yang meneliti efektivitas intervensi pelatihan

dan dukungan infrastruktur diyakini dapat memperkaya pemahaman tentang optimalisasi STEAM dalam konteks pendidikan formal di Indonesia.

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan temuan. Pertama, jumlah sampel yang terbatas (18 guru) dan cakupan wilayah yang hanya meliputi Kota Bandung membatasi generalisasi temuan pada konteks guru SMA di daerah lain. Kedua, data dikumpulkan semata-mata melalui kuesioner tertutup tanpa didukung wawancara mendalam atau *focus group discussion*, sehingga interpretasi mengenai alasan di balik persepsi guru masih bersifat terbatas dan belum melalui proses triangulasi. Ketiga, penggunaan skala Likert empat poin, meskipun bertujuan mengurangi bias kecenderungan menjawab netral, berpotensi menyederhanakan variasi sikap guru yang sesungguhnya lebih beragam. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi dasar rekomendasi bagi penelitian selanjutnya untuk menggunakan desain *mixed-methods* dengan cakupan sampel yang lebih luas dan representatif, serta melibatkan wawancara atau FGD sebagai bentuk triangulasi data.

KESIMPULAN

Guru matematika SMA di Kota Bandung memiliki pemahaman konseptual yang kuat terhadap pembelajaran berbasis STEAM, dengan pengakuan luas akan relevansinya dalam meningkatkan minat siswa, pemahaman konsep matematika, serta integrasi lintas disiplin ilmu. Implementasi STEAM berjalan secara rutin, didukung antusiasme siswa yang tinggi dan kesesuaian dengan kurikulum nasional, sehingga efektif memupuk keterampilan berpikir kritis serta kreatif. Tantangan utama meliputi kesiapan guru dalam persiapan materi dan evaluasi, keterbatasan infrastruktur teknologi, serta kesulitan kolaborasi antarpendidik, meskipun keyakinan kuat akan manfaat pelatihan telah terbukti. Selain itu, diperlukan program pelatihan berkelanjutan, peningkatan fasilitas teknologi, dan sinergi kebijakan sekolah-pemerintah guna menyelaraskan STEAM dengan Kurikulum Merdeka, sehingga implementasinya merata dan berkelanjutan di tingkat SMA Indonesia. Penelitian lanjutan bersifat *mixed-methods* atau eksperimental dan melibatkan triangulasi data kualitatif yang direkomendasikan untuk menguji dampak intervensi terhadap prestasi siswa secara langsung serta memperdalam pemahaman atas persepsi guru yang ditemukan dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas bantuan dana yang memungkinkan peneliti untuk melanjutkan studi pascasarjana dan telah membantu dalam pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adelson, J. L., & McCoach, D. B. (2010). Measuring the mathematical attitudes of elementary students: The effects of a 4-point or 5-point Likert-type scale. Educational and Psychological Measurement, 70(5), 796–807. https://doi.org/10.1177/0013164410366694

Akib, E., Erwinto Imran, M., Mahtari, S., Mahmud, M. R., Prawiyogy, A. G., Supriatna, I., & Hartono Ikhsan, M. T. (2020). Study on implementation of integrated curriculum in Indonesia. IJORER: International Journal of Recent Educational Research, 1(1), 39–57. https://doi.org/10.46245/ijorer.v1i1.24

Arung, F., Murthado, F., & Boeriswati, E. (2023). Merdeka belajar: The real learning needs of students, teachers, and institutions related to demands for independent learning innovation.

Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE), 5(2), 120–135. https://doi.org/10.23917/ijolae.v5i2.20370

Bin Amiruddin, M. Z., Magfiroh, D. R., Savitri, I., & Binti Rahman, S. M. I. (2022). Analysis of the application of the STEAM approach to learning in Indonesia: Contributions to physics education. International Journal of Current Educational Research, 1(1), 1–17. https://doi.org/10.53621/ijocer.v1i1.139

Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. Education Sciences, 11(3), 1–20. https://doi.org/10.3390/educsci11030105

Caton, J. (2021). Don't run out of STEAM! Barriers to a transdisciplinary learning approach. Journal of STEM Teacher Education, 56(1), 38–45. https://doi.org/10.30707/jste56.1.1624981200.219832

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Darwanto, Khasanah, M., & Putri, A. M. (2022). Penguatan literasi, numerasi, dan adaptasi teknologi pada pembelajaran di sekolah (Sebuah upaya menghadapi era digital dan disrupsi). Eksponen, 11(2), 25–35. https://doi.org/10.47637/eksponen.v11i2.381

Huda, N., Widya Fransiska, F., Mokodenseho, S., Hidayat Tabilantang, B., Mokodompit, A., Maulana Malik Ibrahim Malang, U., Kesehatan, F., & Muhammadiyah Pringsewu, U. (2024). The influence of STEAM education on students' interest in technology at middle schools in Indonesia. The Eastasouth Journal of Learning and Educations, 2(1), 50–62. https://doi.org/10.58812/esle.v2i01

Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi kurikulum merdeka belajar dengan model pembelajaran abad 21 dalam perkembangan era society 5.0. Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan, 4(2), 3011–3024. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589

Januardi, A., & Susiaty, U. D. (2023). Peningkatan kemampuan matematis siswa dengan pendekatan STEAM pada open class materi pola bilangan. JUWARA: Jurnal Wawasan dan Aksara, 3(1), 57–67. https://doi.org/10.58740/juwara.v3i1.60

Körtesi, P., Simonka, Z., Szabo, Z. K., Guncaga, J., & Neag, R. (2022). Challenging examples of the wise use of computer tools for the sustainability of knowledge and developing active and innovative methods in STEAM and mathematics education. Sustainability, 14(20), Article 12991. https://doi.org/10.3390/su142012991

Laksmiwati, P. A., Lavicza, Z., & Cahyono, A. N. (2024). Empowering STEAM learning implementation through investigating Indonesian teacher experts' views with a Delphi method. Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE), 6(2), 214–229. https://doi.org/10.23917/ijolae.v6i2.23460

McLure, F. I., Tang, K.-S., & Williams, P. J. (2022). What do integrated STEM projects look like in middle school and high school classrooms? A systematic literature review of empirical studies of iSTEM projects. International Journal of STEM Education, 9(1), Article 73, 1–15. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00390-8

Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y. (2020). Implementasi STEAM (science, technology, engineering, art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. Jurnal Bio Educatio, 5(1), 65–73. https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105

Novitasari, K., Utami, N. R., Handoko, H., & Suminar, Y. A. (2022). The effectiveness of STEAM-based multisensory model implementation training for strengthening teacher competence. JPPM (Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat), 9(1), 83–93. https://doi.org/10.21831/jppm.v9i1.51853

Rafli, M. F., Landong, A., & Suryatama, Y. (2022). Pelatihan pembelajaran science, technology, engineering, and mathematics (STEM) berbasis teknologi untuk guru sekolah

dasar. Majalah Ilmiah UPI YPTK, 29(2), 103–108. https://doi.org/10.35134/jmi.v29i2.123

Ramli, M., Dwiastuti, S., Sugiharto, B., Prayitno, B. A., Mumpuni, K. E., Prabowo, C. A., Putri, D. S., Majid, A. N. C. A., & Rahayu, R. (2023). Peningkatan pengetahuan dan keterampilan STEM@Home bagi guru-guru sains dan biologi. Aksiologiya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 7(2). https://doi.org/10.30651/aks.v7i2.10456

Roshayanti, F., Wijayanti, A., Purnamasari, V., & Sari Setianingsih, E. (2022). Analysis of understanding and readiness of elementary school teachers on the implementation of the STEAM (science, technology, engineering, arts, mathematics) approach. KnE Social Sciences, 7(14). https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.11960

Safitri, N. A. (2022). The STEAM approach to improve 21st century skills in elementary schools. Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan, 10(2), 227. https://doi.org/10.20961/jkc.v10i2.65493

Umami, I. (2018). Moderating influence of curriculum, pedagogy, and assessment practices on learning outcomes in Indonesian secondary education. Journal of Social Studies Education Research, 9(1), 60–75. https://doi.org/10.17499/jsser.37505

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. https://www.researchgate.net/publication/327351326

Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z. A. I., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). STEAM-integrated project based learning models: Alternative to improve 21st century skills. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 627, 251–258. https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.039.