

Konvergensi Integrasi STEM dalam Studi Sosial: Mengurai Tantangan dan Inovasi dalam Implementasi Pembelajaran Mendalam– Systematic Literature Review

Mochammad Noviadi Nugroho^{1*}, Zaenul Slam², Suhardi³, Abdul Rozak, Otong Suhyanto⁴, Iwan Purwanto⁵

¹²³Tadris IPS, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Banten

*Email Penulis Korespondensi: adienugroho@uinjkt.ac.id

Abstrak

Dinamika perkembangan pendidikan terus menjadi kajian tiada akhir di sepanjang peradaban umat manusia. Menariknya, di tengah isu pendidikan tengah berkembang pesat di era abad 21. Namun capaian pendidikan di Indonesia dinilai belum berhasil, sehingga reformasi pendidikan terus dilakukan untuk meningkatkan mutu pendidikan. Dimana pendekatan STEM kini menjadi pilihan sebagai salah satu metode pembelajaran modern. Tinjauan pustaka ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan menyajikan informasi terkait implementasi pendekatan pembelajaran STEM di Sekolah Menengah. Secara metodologis, studi ini kualitatif dengan mengadaptasi model *systematic literature review (SLR)*. PubMed, WoS dan Scopus sebagai *database* utama, dimana *Google Scholar* dan *Crossref* digunakan sebagai tahap awal penuluran, sebanyak 15 artikel publikasi tahun 2020-2024 dinilai layak diipilih dengan intervensi mempertimbangkan relevansinya. Ekstraksi dan sintesa temuan dilakukan melalui tiga tahapan. Temuan kajian, implementasi pendekatan pembelajaran STEM di sekolah dikembangkan dengan menerapkan model pembelajaran dalam tematik tertentu, STEM sebagai solusi kreatif dalam proses pembelajaran kelas di era modern, memiliki relevansi dengan tujuan pembelajaran abad 21, untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan memiliki literasi sains, dengan mempertimbangkan pentingnya keterampilan dan keaktifan guru. STEM relevan digunakan sebagai pendekatan pembelajaran yang cocok dengan kebutuhan siswa atau kompetensi siswa di abad 21, yang menjadi jalan baru bagi pembelajaran di kelas ke depannya.

Kata kunci: Implementasi Pembelajaran, Pendekatan STEM, Sekolah Menengah

1. Pendahuluan

Dunia pendidikan merupakan tempatnya para aktor intelektual pencerah bangsa (Susetyo et al., 2022). Bahkan ketika dunia semakin maju, menyongsong abad 21 sejalan dengan terjadinya revolusi industri 4.0 (IR4.0) yang kini sudah mulai memasuki era society 5.0, pendidikan seperti *passion* yang dipandang begitu penting bagi kehidupan umat manusia

seiring dengan perkembangannya (Susetyo et al., 2022; Yonatin et al., 2024). Karena, pendidikan merupakan ujung tombak kemajuan sebuah bangsa sekaligus mencerdaskan kehidupan bangsa akan dimulai dari pendidikan (Rinala & Yudana, 2013; Susetyo et al., 2022). Melalui proses pendidikan, multikulturalisme pengetahuan akan didapatkan dimulai pada tingkat pendidikan Sekolah Menengah hingga jenjang pendidikan lanjutan. Sesuai dengan Permendikbud No 19 tahun 2016 pasal 2 huruf A, usia wajib belajar adalah 6 tahun sampai dengan 21 tahun atau tamat satuan pendidikan menengah sebagai rintisan wajib belajar 12 tahun. (Susetyo et al., 2022). terbentuknya karakter, perilaku dan sikap, kemampuan dan keterampilan siswa, baik dari ranah kognitif maupun afektif dengan berbagai metode pembelajaran dan *assessment*-nya, juga aspek psikomotorik mereka selain capaian kompetensi siswa menjadi salah satu indikator keberhasilan pembelajaran (Patras et al., 2024).

Namun nyatanya, ditengah isu pendidikan tengah berkembang dan meningkat pesat saat ini (Laksmiwati et al., 2020), capaian pendidikan di Indonesia dinilai belum berhasil, terutama pada jenjang pendidikan menengah (Winarto et al., 2021), secara keilmuan umum matematis maupun keilmuan eksak lainnya (Davidi et al., 2021). Capaian berbagai kompetensi, kemampuan berpikir kritis, hingga literasi teknologi masih harus ditingkatkan untuk dapat menjawab tantangan zaman di abad 21 yang sarat dengan terjadinya perubahan secara global. Tentunya tidak terlepas dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang harus dikuasai secara memadai oleh siswa secara sains (Rohmah et al., 2019), dengan tanpa mengesampingkan masalah sosial kemasyarakatan. Oleh karenanya di era IR 4.0, reformasi pendidikan terus terjadi sebagai upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan (Davidi et al., 2021), tak terkecuali peningkatan kualitas pendidikan pada jenjang Sekolah Menengah. Capaian berbagai kompetensi diharapkan terus berkembang secara *incremental*, menjadi manusia yang mampu berpikir kritis, sesuai dengan implementasi dan tujuan pembelajaran di Abad 21 sehingga mampu memenuhi standar sumber daya manusia abad 21, yang siap menghadapi masifnya tantangan global yang semakin kompleks (misalnya, Yonatin et al., 2024; Patras et al., 2024; Marliani et al., 2021; Syadiah & Hamdu, 2020). Dimana model pembelajaran STEM (*Science, technology, engineering, and mathematics*) kini dipilih sebagai inovasi dalam proses pembelajaran.

Maka, tidak heran kiranya jika pembelajaran dengan pendekatan STEM sebagai alternative solusi yang dipilih dan semakin familiar diterapkan untuk meningkatkan berbagai kompetensi yang relevan dengan kebutuhan siswa di era ini (Patras et al., 2024). Di Indonesia, STEM merupakan konsep yang relatif baru namun tengah berkembang pesat dengan berbagai potensinya (Laksmiwati et al., 2020). STEM dikenal sebagai inovasi pembelajaran dengan pendekatan yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran (Yonatin et al., 2024; Suryani et al., 2023; Syarah et al., 2021). model pembelajaran berbasis STEM sebagai inovasi pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi siswa di abad 21. Misalnya, Patras et al., (2024); Helga et al., (2024); Syarah et al., (2021); Mardhiyatirrahmah et al., (2020); Akhmad et al., (2020); dan Syadiah & Hamdu (2020), tentang pembelajaran berbasis STEM di Sekolah Menengah untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan capaian kompetensi siswa Abad 21. Nur et al., (2024); Amalia et al., (2023), penelitiannya mengadopsi model STEM untuk keunggulan pembelajaran dengan teknologi WordWall di tingkat Sekolah Menengah . Sunedi & Syaflin (2024), dengan pengembangan E-Modul Ajar Berbasis Etno STEM pada kurikulum Merdeka. Marliani et al., (2021); Oktapiani & Hamdu (2020), studinya tentang desain pembelajaran STEM berbasis kemampuan 4C (*communication, collaboration, critical thinking dan creativity*). Implementasi STEM dalam pembelajaran sains, proses pembelajaran STEM (misalnya, penelitian Suryani et al., 2023), perbedaan pembelajaran STEM di tingkat Sekolah Menengah dan sekolah lanjutan (misalnya, Carter, 2020). STEM untuk usia prasekolah dan siswa Sekolah Menengah (Averin et al., 2020).

Banyaknya literatur tentang model pembelajaran berbasis STEM menunjukkan bahwa STEM telah diakui secara luas sebagai pendekatan pendekatan yang efektif dalam mengembangkan keterampilan dan pemahaman siswa dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika yang terintegrasi menuju tercapainya kompetensi yang memiliki cakupan lebih luas sesuai dengan aplikasi dan tujuan pembelajaran Abad 21 (Yuniar & Happy, 2024; Yonatin et al., 2024; Patras et al., 2024; Marliani et al., 2021; Syadiah & Hamdu, 2020). STEM juga relevan diadopsi dan dikembangkan dalam model pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pendidikan pada jenjang Sekolah Menengah (Winarto et al., 2021; Davidi et al., 2021). Kondisi demikian menjadi isu menarik yang melandasi urgensi penelitian ini dilakukan sebagai tinjauan literatur (*literature review*) tentang implementasi pendekatan pembelajaran STEM di Sekolah

Menengah. Tujuan dari studi tinjauan pustaka ini diperluas dengan mengidentifikasi dan menyajikan konsep STEM serta komponennya, variasi model pembelajaran dengan menggunakan STEM untuk meningkatkan kompetensi dan hasil belajar siswa secara keseluruhan yang memiliki kemampuan berpikir kritis di tingkat Sekolah Menengah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran Abad 21. Untuk memenuhi tujuan ini, perencanaan, pelaksanaan tinjauan pustaka dan ekstraksi data yang relevan dilakukan, fase selanjutnya adalah menyajikan sintesa dan temuan hasil kajian, diakhiri dengan kesimpulan dan rekomendasi.

2. Metode

Studi ini merupakan *systematic literature review* (SLR) mengenai implementasi pendekatan pembelajaran STEM di Sekolah Menengah. Keele (2007:5-6), menyebutkan bahwa *systematic literature review* adalah sarana untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menafsirkan semua penelitian yang tersedia dan relevan dengan pertanyaan dan tujuan penelitian tertentu, maupun fenomena yang diminati. Tinjauan sistematis adalah bentuk studi sekunder (Firmansyah, 2022). *Search engine* yang digunakan sebagai *database* utama adalah PubMed, WoS dan Scopus, dimana *Google Scholar* dan *Crossref* digunakan sebagai tahap awal penuluran, sumber rujukan lain tetap digunakan pada kriteria konten yang berisi muatan yang relevan dengan kajian. Fase awal, ada sekitar 102 artikel teridentifikasi dalam tinjauan berisi konten relevan, namun masih dalam pemilihan artikel, duplikasi naskah dan indikasi ketidakrelevanan dengan kajian dilakukan peyortiran. Fase selanjutnya sekitar 57 naskah tetap disimpan dan di periksa ulang, sehingga pada akhirnya 15 artikel ($n = 15$) publikasi periode 2020-2024 dinilai layak diipilih dengan intevensi mempertimbangkan relevansi dan kelengkapan naskahnya pada akses terbuka. Secara operasional ada tiga tahapan yang dilakukan pada kajian ini. Pertama, mengidentifikasi dan menyajikan literatur-literatur relevan dilihat dari *authors*, aspek judul, tujuan penelitian, metodologi, temuan dan hasil penelitian. Kedua, menyajikan konsep dan komponen STEM yang terintegrasi pada model pembelajaran. Ketiga, menyajikan sintesa temuan hasil kajian tentang implementasi pendekatan pembelajaran STEM di Sekolah Menengah. Pendekatan bola salu secara *sampling*

tetap digunakan dalam pencarian data (Firmansyah, 2022), guna melengkapi kekurangan data relevan yang diperlukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Meta analysis pencarian basis data pada studi ini dilakukan dengan menggunakan kata kunci secara spesifik maupun secara general, yang berkaitan dengan konten yang diambil dari “Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM di Sekolah menengah”. Secara luas artikel relevan dihadapkan didapat dari PubMeb, WoS dan Scopus. Namun, mengingat kajian ini terutama tentang implementasi STEM pada model Pembelajaran Sekolah Menengah Di Indonesia. Maka, *database* rujukan secara dominan diambil dari sumber rujukan publikasi nasional yang terkreditasi ditinjau dan dianalisis, namun artikel relevan dari publikasi non-akreditasi tetap diikutsertakan sebagai pelengkap informasi dan data dalam kajian. Dari aspek metodologis secara *sampling* ditetapkan 15 artikel sebagai literatur utama dalam kajian ini sesuai dengan tujuan awal. Adapun hasil kajian dari 15 artikel relevan tersebut disajikan pada bagian berikut.

Tabel 1. Analisis Hasil Pembahasan

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
1	Suranti & Wahyuningsih (2024)	Project Based Learning dengan Pendekatan STEM pada Pendidikan Sekolah Menengah	Analisis Isi Deskriptif Literatur	PjBL-STEM secara signifikan meningkatkan keaktifan belajar, kolaborasi kelompok, kemampuan memecahkan masalah, dan penguasaan konsep riil siswa Sekolah Menengah.	Menegaskan PjBL-STEM sebagai format dominan integrasi STEM pada level menengah dan relevan untuk pembelajaran kontekstual lintas disiplin

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
2	Helga et al. (2024)	Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Rangkaian Arus Listrik dan Pembangkit Listrik Kelas 7 Sekolah Menengah	Deskriptif Kualitatif	Integrasi 4 aspek STEM mempermudah pemahaman kelistrikan lewat pembuatan sirkuit sederhana (rekayasa) dan pemutaran video pembangkit (teknologi).	Menghubungkan konsep sains dengan konteks sosial-spasial pembangunan wilayah, sehingga membuka ruang integrasi dengan studi sosial.
3	Yuniar et al. (2024)	Persepsi, Keyakinan, dan Kesiapan Guru Sekolah Menengah Terhadap Implementasi STEM	Metode Triangulasi Kualitatif	Persepsi dan keyakinan pendidik bergeser positif setelah pelatihan terstruktur; melahirkan kesiapan tinggi merancang skenario STEM.	Kebijakan dan dukungan konkret manajemen Sekolah Menengah sangat krusial, transisi dari pemahaman ke praktik untuk kesuksesan implementasi kurikulum STEM secara berkelanjutan.
4	Patras et al. (2024)	Pembelajaran Berbasis STEM di Sekolah Menengah Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21	Kajian Pustaka Model SLR	STEM melatih keterampilan hidup esensial melalui pembentukan pola pikir analitis, kreativitas, dan kerja sama intelektual siswa Sekolah Menengah.	Rekomendasi integrasi terpadu metode STEM di kelas sosial-sains sebagai jalan baru pencapaian kompetensi 4C di abad ke-21. Menguatkan argumen bahwa integrasi STEM cocok untuk target kompetensi abad ke-21 di kelas sosial-sains.

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
5	Nur et al. (2024)	Pengadaptasian Metode STEM di Tingkat Sekolah Menengah: Keunggulan Penerapan Pembelajaran dengan Teknologi Wordwall	Studi Literatur Teoritis	Komponen teknologi digital (Wordwall) mempermudah pemahaman konsep saintifik yang kompleks dan menghindarkan siswa dari kejenuhan belajar.	Menawarkan inovasi media tetapi menegaskan bahwa teknologi efektif bila tertanam dalam desain pedagogis yang kuat. adaptasi teknologi interaktif yang ramah mental bagi siswa generasi digital di Sekolah Menengah.
6	Sunedi & Syaflin (2024)	Pengembangan E-Modul Ajar Berbasis Etno STEM pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Menengah	Tambahan Model R&D	Validator menyatakan e-modul ajar materi bangun ruang kelas VIII valid (materi 79,47%, media 84,21%, bahasa 82,63%) dan praktis (95,04%).	E-modul berbasis kearifan lokal (Etno-STEM), Etno-STEM memberi jalur integrasi langsung antara STEM, budaya lokal, dan isu sosial komunitas. efektif menstimulasi motivasi belajar mandiri siswa.
7	Yonatin et al. (2024)	Analisis Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah	Kuantitatif (Pra-tes, pasca-tes)	Nilai rata-rata berpikir kritis siswa Sekolah Menengah meningkat dari 46,25 (pra-tes) menjadi 72,92 (post-test) setelah intervensi.	Konsep pembuatan produk konkret mendorong siswa mengonstruksi pengetahuan secara mandiri, melatih daya nalar analitis dan logis.

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
8	Suryani et al. (2023)	Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran IPA di Sekolah Menengah	Kajian Pustaka Kualitatif	STEM sangat efektif jika berfokus pada masalah lingkungan nyata di sekitar siswa; menuntut perubahan peran guru menjadi fasilitator inkuiri.	Merancang modul investigasi sosial-sains. Relevan bagi studi sosial karena memungkinkan investigasi isu lingkungan, ruang, dan masyarakat.
9	Amalia et al. (2023)	Penerapan Model Pembelajaran STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah Negeri 020 Ridan Permai	PTK 2 Siklus (Deskriptif Kuantitatif)	Keterampilan berpikir kritis kelas VIII meningkat bertahap dari siklus I (35%, 57%) hingga siklus II (73%, 87%) menggunakan STEM.	Model ini melatih siswa membuat kesimpulan pengamatan logis, berpikir deduktif, serta mengevaluasi kekuatan suatu argumen sosial.
10	Wicaksono et al. (2022)	Pelatihan Penerapan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Tematik Integratif Bagi Guru Sekolah Menengah Islam di Surakarta	Pengabdian Masyarakat & Studi Dokumen	Pelatihan tematik integratif berbasis STEM membekali kompetensi baru pendidik mengajar di era disrupsi teknologi industri 4.0.	Guru memperoleh pemahaman baru mengenai mekanisme penyusunan lembar kerja siswa transdisipliner yang kontekstual.

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	&	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
11	Haerani et al. (2022)	Penerapan Model Project Based Learning Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Siswa Sekolah Menengah	PTK Siklus	3	Persentase ketuntasan belajar geografi fisik kelas VIII meningkat tajam dari pra-siklus (20%), siklus I (65%), hingga siklus II (90%).	Model PjBL-STEM sangat sukses memvisualisasikan fenomena alam abstrak dalam interaksi keruangan sosial yang nyata bagi siswa SMP.
12	Davidi et al. (2021)	Integrasi Pendekatan STEM Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah	Kontrol Non-Setara Eksperimen		Pendekatan STEM terbukti secara statistik jauh lebih unggul meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan model konvensional K13.	Pembelajaran interdisipliner memberikan stimulasi kognitif aktif yang melatih kemandirian berpikir kritis siswa Sekolah Menengah.
13	Marliani dkk. (2021)	Pengembangan LKS Pembelajaran STEM untuk mencapai Keterampilan 4C dengan media Electrical Tandem Roller di Sekolah Menengah	Kualitatif (FGD & Uji Kelayakan)		LKS rancangan konvensional beralih fungsi dari sekadar alat uji hafalan pasif menjadi media eksplorasi rancang bangun sosiogeografis.	Menghasilkan produk LKS terintegrasi 4C berbasis media simulasi ramah lingkungan yang valid dan siap diimplementasikan .

No	Penulis & Tahun	Judul Kajian Terpilih	Desain & Metode	Temuan Utama & Hasil Belajar	Jalan Baru & Inovasi Pedagogis
14	Winarto et al. (2021)	Modul Sains Komik (MOSAKO) Berbasis Sains Teknologi dan Matematika (STEM) untuk Siswa Sekolah Menengah	Model R&D 4D	MOSAKO berbasis STEM dinyatakan sangat layak dan valid secara konten serta mampu memacu akselerasi memori kognitif siswa.	Kolaborasi dinas pendidikan dan pihak Sekolah Menengah dalam mengelola infrastruktur pendukung modul digital Menghadirkan media naratif-digital yang potensial untuk tema sosial-lingkungan.
15	Syarah dkk. (2021)	Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi	Studi Pustaka Deskriptif Analitis	Penerapan STEM meningkatkan literasi sains, kemampuan berpikir ilmiah, dan pemecahan masalah ekologis siswa Sekolah Menengah.	Disarankan memilih model pembelajaran integratif yang tepat dan menyesuaikan kompleksitas materi isu sosial-lingkungan dalam pembelajaran mendalam.

Berdasarkan temuan dari hasil kajian, diperoleh beberapa kata kunci yang sering muncul dalam literatur yang dikaji yang dapat dijadikan sintesa temuan. aspek konsep STEM relative memiliki pengertian dan makna yang serupa sebagai pendekatan pembelajaran relative baru di era modern, variatif, inovatif dan responsive, merujuk integrasi empat komponen, yaitu *Science, technology, engineering, and mathematics*. Secara dominan diterapkan di Sekolah Menengah dengan menggunakan media atau model pembelajaran tematik pendekatan ilmiah dan materi tertentu. implementasi pendekatan pembelajaran STEM di sekolah dikembangkan dengan menerapkan model pembelajaran dalam tematik tertentu berdasarkan kurikulum pengajaran sebagai medianya, STEM sebagai alternative solusi dalam proses pembelajaran kelas di era modern, relevan dengan tujuan pembelajaran abad 21 dan keterampilan yang harus dikuasai siswa, untuk meningkatkan dan kemampuan berpikir kritis yang memiliki literasi sains,

memerlukan keterampilan guru dan keaktifan pendampingan sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran, dan mendorong kesiapan dan keaktifan siswa, juga kelengkapan fasilitas kelas yang memadai sangat mendukung proses dan keberhasilan pembelajaran. Adapun kedua temuan tersebut secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut:

Konsep dan Komponen STEM

STEM merupakan suatu disiplin dan praktik pendidikan yang sangat menantang dan berpengaruh bagi masa depan (Oktapiani & Hamdu, 2020). STEM dapat diadopsi dan dikembangkan dalam proses pembelajaran di era modern yang menghubungkan mata pelajaran metode STEM, tentegrasi dengan mata pelajaran lain. Hal ini berguna untuk menciptakan pembelajaran berbasis masalah dalam kehidupan sehari-hari (Sunedi & Syaflin, 2024). Integrasi empat disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik dan matematika menjadi ciri khas dalam pendekatan STEM model (Syarah et al., 2021). Sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin sains, teknologi, teknik dan matematika (STEM), yang pertama kali digunakan oleh National Science Foundation (NSF) pada tahun 1990an (Sunedi & Syaflin, 2024). Saat ini STEM familiar dijadikan sebagai salah satu metode pembelajaran yang berkembang yang terdiri dari Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Nur et al., 2024). Berikut adalah penjelasan keempat komponen STEM:

1. Sains (*Science*)

Posisikan sebagai sarana eksplorasi masalah social dan lingkungan. Siswa SMA menganalisis kejadian alam seperti perputaran air, perubahan iklim global, dampak polusi udara, dan cara menanggulangi bencana alam—secara objektif, sehingga menjadi landasan logis untuk mendalami pengaruhnya pada masyarakat dari sisi sosial, demografi, dan ekonomi.

2. Teknologi (*Technology*)

Berkembang dari sekadar sarana hiburan digital menjadi alat untuk analisis spasial, grafik yang melibatkan banyak variabel, dan visualisasi interaktif. Pelajar SMA memanfaatkan beragam perangkat, mulai dari Sistem Informasi Geografis (SIG), platform belajar interaktif semisal "IPS GO", sampai aplikasi digital terpadu (Canva, Capcut, Wordwall, dan Google Sites) untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data kewarganegaraan secara akademis.

3. Teknik atau rekayasa (*Engineering*)

Diwujudkan melalui praktik Proses Desain Rekayasa (EDP). Dihadapkan pada problem sosial dan lingkungan sekitar, siswa didorong menciptakan solusi nyata, contohnya membuat maket penataan kota yang aman dari gempa, merancang cetak biru alat penjernih air di daerah padat penduduk, atau membuat model sirkuit listrik yang tidak merusak lingkungan.

4. Matematika (*Mathematics*)

Berfungsi sebagai instrumen penghitungan dan penelaahan pola angka dalam fenomena sosial. Siswa memakai data statistik kependudukan guna memperkirakan laju urbanisasi, mengkaji keterkaitan ruang antara suplai dan permintaan dalam ekonomi, serta menghitung efektivitas energi terbarukan dengan metode matematika yang terukur.

Implementasi pembelajaran STEM di Sekolah Menengah dapat mendorong siswa untuk merancang, mengembangkan, dan menggunakan teknologi, mengembangkan keterampilan kognitif, operasional, dan emosional, serta menerapkan pengetahuan (Helga et al., 2024). Penerapan STEM sudah dilakukan di beberapa negara maju maupun negara berkembang dan memberikan dampak positif terhadap siswa untuk memecahkan masalah mempersiapkan diri untuk menghadapi kehidupan pada era abad ke-21.

Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM

STEM merupakan suatu usaha pendekatan untuk meningkatkan efektivitas dan kebermaknaan dari proses pembelajaran (Nur et al., 2024). Pendekatan berbasis STEM adalah pendekatan pembelajaran yang menyiapkan peserta didik memiliki kemampuan untuk menunjang kehidupan di masa yang akan datang terkait *internet of things (IoT)*, *Artificial Intelligence*, *Machine Learning*, *Big Data* (Budiana & Gumilang, 2023). Namun implementasi pembelajaran dengan pendekatan STEM biasanya diadopsi dan dikembangkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek dalam proses pembelajaran IPS, terutama pada jenjang pendidikan Sekolah Menengah .

1. Pendekatan STEM Dikembangkan dengan Menerapkan Model Pembelajaran Tertentu

Untuk meningkatkan keberhasilan hasil belajar siswa pada beragam mata pelajaran, biasanya diterapkan model pembelajaran tertentu sesuai kriteria kurikulum dalam proses pembelajaran, dan pada saat yang sama integrasi STEM sebagai basis yang variasi kompetensi dikembangkan mengiringi proses pembelajaran, mulai dari tahap mengamati, dan menjelaskan

permasalahan, seperangkat kompetensi dan alat yang diperlukan, pemahaman terhadap pola dan hubungan dari suatu permasalahan yang memberikan informasi dan pengetahuan, teknologi, dan teknik yang diperlukan untuk dapat menyelesaikannya (Wijayanto et al., 2024). Misalnya, model pembelajaran dengan *project based learning* (PjBL) berbasis STEM pada mata pelajaran IPA (Wijayanto et al., 2024; Rahmi et al., 2022; Akhmad et al., 2020). *Self regulated learning* (SRL) untuk meningkatkan kemampuan *life skills* dan gerak dasar Penjas peserta didik, sebagaimana PBL (Budiana & Gumilang, 2023).

Implementasi STEM dengan kejelasan materi pada pembelajaran IPS (Syarah et al., 2021). Pendekatan Etno STEM diterapkan pada kurikulum merdeka belajar di Sekolah Menengah yang valid dan praktis dengan menyajikan materi pembelajaran dengan menampilkan ilustrasi gambar dengan materi yang ringkas namun jelas dapat menarik perhatian siswa, hingga menumbuhkan motivasi belajar serta mudah mengerti materi bangun datar (Sunedi & Syaflin, 2024), dimana produk dikembangkan dengan aplikasi berupa e-modul menggunakan kearifan lokal. Eskplorasi dan esperiment turbin angin, dimana modul pembelajaran dibuat tim bersama guru, kompetensi empat komponen STEM sebagai assesmentnya (Wijayanto et al., 2024). Pengembangan LKPD dalam pembelajaran STEM untuk mencapai keterampilan 4C (Marliani et al., 2021). Implementasi dari metode STEM dengan Teknologi Wordwall sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kesiapan siswa dalam menghadapi masa depan yang lebih kompleks di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (Nur et al., 2024). Walaupun pada tahap permulaan implementasi pendekatan pembelajaran STEM, guru dan siswa memerlukan waktu untuk melakukan penyesuaian, ini tentu untuk menyiasati agar manajemen kelas tetap teratur (Rahmi et al., 2022).

2. STEM sebagai Alternative Solusi dalam Proses Pembelajaran Kelas di Era Modern

Tinjauan pustaka mengungkapkan berbagai aliran pemikiran mengenai pendidikan STEM, berbagai metode implementasi, dan perubahan yang terlihat di ruang kelas yang merinci bagaimana siswa menghubungkan kurikulum kelas dengan contoh-contoh dunia nyata. Mampu melihat masalah melalui berbagai sudut pandang, bekerja sama dengan orang lain, merencanakan dengan cermat, menjadi fleksibel, menerima perubahan, meningkatkan ide mereka, bertahan melalui tantangan, dan membuka diri untuk mendiskusikan ide-ide baru dan sudut pandang yang berbeda (Carter, 2020).

Solusi untuk menyelesaikan permasalahan pembelajaran yang kompleks untuk mata pelajaran tertentu (seperti pelajaran matematika, IPA, IPS atau lainnya) bagi guru dan siswa, maka pembelajaran berbasis STEM yang sesuai dengan kemajuan IPTEKs dapat dipilih sebagai alternatifnya (Mardhiyatirrahmah et al., 2020). Hasil penelitian Suranti & Wahyuningsih (2024); Yonatin et al., (2024); Rahmi et al., (2022), masing-masing PjBL dengan pendekatan STEM menjadi solusi efektif untuk mengaktifkan pembelajaran IPS kelas di jenjang Sekolah Menengah. Temuan penelitiannya menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan STEM di Sekolah Menengah berdampak positif pada kinerja pembelajaran dengan mendorong pembelajaran langsung, mengembangkan keterampilan utama seperti kolaborasi dan komunikasi, serta membuat pembelajaran menjadi menarik dan relevan. Suranti & Wahyuningsih (2024) menyebutkan bahwa STEM menjadi salah satu inovasi yang muncul dan berkembang pesat dalam proses pembelajaran untuk mencetak generasi yang mampu bersaing secara global STEM. Pembelajaran IPS berbasis 4C dengan pendekatan STEM sebagai upaya mengembangkan solusi capaian pembelajaran sesuai dengan media pembelajaran yang diterapkannya (Marliani et al., 2021). Hasil penelitiannya dalam literatur menyimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM berbasis SRL berpengaruh pada pengembangan *life skills* dan gerak dasar Penjas di Sekolah Menengah, sehingga dapat dijadikan alternatif dan solusi bagi guru IPS di SMP dan SMA dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan *life skill* (Budiana & Gumilang, 2023). Bahkan, pada umumnya pendekatan model pembelajaran STEM menjadi solusi penilaian pada luaran akhir pembelajaran (Trevallion & Trevallion, 2020).

3. Relevan dengan Tujuan Pembelajaran Abad 21 dan Keterampilan yang Harus Dikuasi Siswa

Pendidikan yang ada di era sekarang harus mampu membangun sumber daya manusia yang memiliki keterampilan untuk menghadapi kehidupan pada abad ke-21 ini, seiring berkembangnya kehidupan, maka terjadi pembaruan pada proses pembelajaran mendalam dan pendekatan STEM menjadi salah satu pilihannya (Syarah et al., 2021). Dimana, materi pembelajaran dan pelatihan dengan mengimplementasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPS dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam sangat diminati dan dibutuhkan guru dalam pengembangan pembelajaran abad 21 dan revolusi industri 4.0, guru dan siswa

dapat merasakan manfaat kegiatan pengabdian karena dapat menjadi wawasan keilmuan baru dalam pengembangan kegiatan pembelajaran IPS di sekolah (Suranti & Wahyuningsih, 2024; Wicaksono et al., 2022). Integrasi pembelajaran STEM ke dalam kurikulum IPS Indonesia sangat tepat untuk diterapkan untuk mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa Sekolah Menengah (Syadiah & Hamdu, 2020).

Desain LKS yang diterapkan pada pembelajaran STEM berbasis pada kemampuan 4C dengan media Electrical Tandem Roller di Sekolah Menengah, dilakukan sebagai upaya untuk mewujudkan pengembangan keterampilan abad 21 yaitu 4C (misalnya, penelitian Marliani et al., 2021). Untuk meningkatkan berbagai kompetensi, implementasi STEM banyak digunakan oleh para pengajar di Sekolah Menengah, misalnya untuk meningkatkan kompetensi berpikir kritis siswa dengan kompetensi 4C sehingga dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran di abad 21 (Patras et al., 2024). Oleh karena itu, pendekatan STEM dalam pembelajaran tematik integrative dapat membentuk siswa menjadi sumber daya manusia berkualitas yang mampu berpikir kritis sehingga mampu memenuhi standar sumber daya manusia yang memiliki kualifikasi keterampilan abad 21 serta mampu menghadapi perubahan global yang semakin dinamis penuh ketidakpastian (Wicaksono et al., 2022; Marliani et al., 2021; Syadiah & Hamdu, 2020). Secara general, STEM dikenal dapat meningkatkan perkembangan siswa dalam pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, kreativitas, analisis dan kolaborasi intelektual, yang dapat dianggap sebagai keterampilan siswa abad ke 21. Namun demikian, pembelajaran berbasis STEM tentunya berfokus pada keterampilan empat bidang pengetahuan yaitu keterampilan sains, keterampilan menggunakan teknologi, keterampilan pemecahan masalah, dan keterampilan matematika yang tentunya sangat relevan untuk menghadapi tantangan abad ke-21 dengan upaya membekali peserta didik abad 21 dengan empat keterampilan yang dikenal dengan berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), kreativitas (*creativity*) dan komunikasi (*communication*) yang biasa disebut 4C.

4. STEM Ditujukan untuk Meningkatkan dan Kemampuan Berpikir Kritis dan Memiliki Literasi Sains

Implementasi pembelajaran berbasis STEM sendiri tentunya memiliki potensi guna memberikan sebuah pengetahuan dan pengalaman belajar yang utuh guna membuat siswa terbiasa untuk bisa memiliki kemampuan bernalar atau kemampuan berpikir kritis secara baik

dan memiliki literasi sains di era teknologi dan digitalisasi sesuai kompetensi yang diperlukan di era modern (Patras et al., 2024); . Untuk tujuan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan budaya partisipasi aktif termasuk mengembangkan karakter diri siswa, maka inovasi pembelajaran yang dilakukan salah satunya dengan menerapkan model pembelajaran Project Based Learning terintegrasi STEM dalam muatan Pelajaran tertentu, misalnya IPA (Yonatin et al., 2024; Suranti & Wahyuningsih, 2024). Pendidikan STEM telah dilaporkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dan literasi teknologi, melatih kemampuan pemecahan masalah pada siswa, inovator dan penemu yang baik (Davidi et al., 2021).

Implementasi pembelajaran dengan model STEM dapat digunakan untuk mengurangi atau bahkan mengatasi permasalahannya terkait masih rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa (Amalia et al., 2023). Beberapa literatur juga menyebutkan penerapan pendekatan pembelajaran STEM dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa (Patras et al., 2024); Suranti & Wahyuningsih, 2024; Davidi et al., 2021; Winarto et al., 2021; Oktapiani & Hamdu, 2020; Mardhiyatirrahmah et al., 2020). Berpikir kritis adalah berpikir dengan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan. Pendekatan pembelajaran STEM juga memungkinkan siswa untuk berpartisipasi aktif dalam penerapan prinsip-prinsip abstrak di dunia nyata. Pendekatan ini mengubah proses pembelajaran dari asimilasi pengetahuan secara pasif menjadi penyelidikan aktif terhadap konsep yang dipelajari (Suranti & Wahyuningsih, 2024).

Oleh karena itu, integrasi STEM sangat ideal dalam mewujudkan tujuan pendidikan abad ke-21 karena bersifat kontekstual, sehingga dapat mengeksplorasi keterampilan berpikir kritis siswa. Dimana, keterampilan berpikir kritis siswa yang menguasai literasi sains tentunya dapat diaplikasikan dalam pembelajaran. Alasannya, karena pendekatan pembelajaran STEM merealisasikan pendekatan terpadu untuk meningkatkan kapasitas penyelesaian masalah dan keterampilan abad 21 siswa dengan melibatkan mereka dalam penyelidikan sistematis yang mengkorelasikan pengetahuan lintas disiplin. Selain itu, pendekatan STEM dapat dijadikan sebagai acuan pembelajaran dengan bertujuan untuk mengarahkan siswa untuk berpikir secara kritis dalam menyelesaikan suatu permasalahan dengan teknik dan model rekayasa penyelesaian masalah yang sesuai dan tepat.

5. STEM Memerlukan Keterampilan Guru dan Keaktifan Pendampingan Sebagai Fasilitator dalam Proses Pembelajaran,

Aydın (2020), menyebutkan pendekatan STEM cocok diimplementasikan dalam pembelajaran sains di Sekolah Menengah , yang hanya dapat berjalan efektif apabila topik permasalahan yang diangkat berfokus pada permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari siswa, pihak guru sebagai pendamping perlu memahami model pembelajaran yang digunakan dalam mengintegrasikan dengan STEM, sehingga memungkinkan pembelajaran berpusat pada siswa dengan melakukan investigasi untuk memecahkan masalah.

Pemahaman dan keterampilan guru terhadap STEAM memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pencapaian tujuan, dimana pendekatan STEM bertujuan agar siswa menjadi pemecah masalah, inovator, mandiri, logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan budaya dengan sejarahnya dengan pendidikan (Yuniar & Happy, 2024). Pengembangan STEM dalam perangkat pembelajaran kelas dapat mempermudah guru, namun kompetensi dan kreativitas guru diperlukan dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM (Winarto et al., 2021; Davidi et al., 2021).

Sebagai fasilitator pengajaran, banyak cara yang dapat dilakukan guru untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa sehingga siswa mampu mengikuti perkembangan pembelajaran dan tuntutan zaman, dimana pendekatan berbasis stem sering diterapkan dalam model pembelajaran, namun keberhasilan siswa tidak terlepas dari keterampilan dan keaktifan pendampingan guru dalam proses pembelajaran (Amalia et al., 2023). Karena guru harus memiliki kesan baik dari siswa sebagai, yaitu sebagai seorang yang penting dalam pengembangan bakat siswa (Suranti & Wahyuningsih, 2024). Bahkan atas dasar penerapan STEM, guru secara yakin menyadari tujuan dan manfaatnya dalam menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang disiplin ilmu, menumbuhkan keterlibatan dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, sehingga memungkinkan guru membantu siswa dalam menyelidiki konsep secara mandiri. Mengingat tingkat perkembangan operasi intelektual, imajinasi, dan kecerdasan sosial siswa yang terlibat dalam program pendidikan STEM yang telah dikembangkan untuk Sekolah Menengah , maka guru adalah fasilitator dan aktor penting untuk mendukung keberhasilan pembelajaran (Averin et al., 2020). Karena guru menjadi prasyarat instruksional dalam kondisi kelas untuk dapat melaksanakan pendidikan STEM yang efektif (Aydın, 2020). Pada akhirnya, persepsi guru terhadap implementasi STEM

menunjukkan persepsi yang positif dan pendidik setuju untuk digunakan dalam kurikulum karena cocok dalam semua mata pelajaran dan jenjang pendidikan Sekolah Menengah, meskipun dibutuhkan sosialisasi untuk proses penerapan STEM ini dalam pembelajaran (Syarah et al., 2021).

6. STEM dapat Memotivasi Minat, Kesiapan dan Keaktifan Siswa.

Tujuan inovasi metode pengajaran berbasis STEM tidak hanya sebatas sebagai respon terhadap perkembangan dunia pendidikan, melainkan juga merupakan strategi untuk memotivasi dan meningkatkan kesiapan siswa dalam menghadapi berbagai tantangan melalui perkembangan dan indikator capaian kompetensi siswa yang lebih komprehensif (Suranti & Wahyuningsih, 2024). Penilaian pembelajaran yang mengintegrasikan komponen STEM memberikan informasi yang baik bagi guru untuk membantu meningkatkan kesiapan siswa untuk belajar lebih baik (Syadiah & Hamdu, 2020).

Pendidikan STEM telah terbukti memiliki dampak positif pada prestasi siswa, sikap dan minat dalam pembelajaran dan motivasi mereka untuk berkembang (Davidi et al., 2021). Belajar tematik ini secara ilmiah mengembangkan model STEM menunjukkan keberhasilannya dalam memacu akselerasi dan meningkatkan kapasitas memori siswa (Wicaksono et al., 2022). Pembelajaran berbasis STEM dianggap sangat bersahabat dengan dunia modern yang dapat mengintegrasikan dan mengembangkan kemampuan siswa yang kreatif dan inovatif dalam memecahkan permasalahan yang muncul dalam kehidupan di era disruptive melalui science, technology, engineering dan mathematics (Patras et al., 2024).

Implementasi pembelajaran berbasis STEM dapat membuat siswa tertantang untuk menerima pembelajaran tentang hal-hal baru, tergerak untuk (Rahmi et al., 2022); (Budiana & Gumilang, 2023). Pendekatan pembelajaran STEM dapat meningkatkan rasa keingintahuan siswa sehingga semakin terdorong secara antusias dalam mengikuti setiap fase model pembelajaran yang dilaksanakan (Helga et al., 2024). Karena model pembelajaran berbasis STEM lebih bermakna dan relevan di era modern untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa agar dapat meningkatkan pemahaman serta kemampuan literasi siswa terutama dalam sains, matematika dan teknologi (Wijayanto et al., 2024); (Nur et al., 2024; Sunedi & Syaflin, 2024); (Marliani et al., 2021). Implikasinya, keterampilan yang ditanamkan pada siswa melalui pembelajaran STEM dapat meningkatkan perilaku dan budaya siap dalam menghadapi

permasalahan dan tantangan hidup, memotivasi mereka untuk menguasai perkembangan sains, hidup meningkatkan kesadaran diri dengan segala kompetensinya (Carter, 2020).

Analisis Hambatan dan Tantangan Sistemik

Meskipun teori dan praktik inovasi S-STEM telah terbukti berhasil, telaah mendalam ini mengungkap sejumlah rintangan berlapis yang menghambat integrasi STEM ke dalam kajian sosial di jenjang SMA. Hambatan pertama muncul dari keterbatasan kompetensi dan kesenjangan dalam metode pengajaran lintas disiplin yang dimiliki para pendidik. Mayoritas guru mata pelajaran sosial di SMA berlatar belakang pendidikan humaniora, sehingga menimbulkan resistensi psikologis dan rasa kurang percaya diri ketika dihadapkan pada kewajiban mengintegrasikan hitungan matematis atau teknologi digital dalam proses belajar mengajar mereka. Di sisi lain, pengajar fisika, matematika, dan biologi kerap memandang disiplin ilmu mereka sebagai ranah yang terpisah dari isu-isu etika dan sosial kemasyarakatan. Iklim kerja sama yang minim antar pendidik dan tiadanya wadah kolaborasi terencana di SMA semakin memperparah jurang pemisah dalam kurikulum ini. Tantangan kedua adalah disparitas akses terhadap prasarana teknologi dan dukungan fasilitas di seluruh Indonesia. Walaupun model S-STEM menawarkan penggunaan e-modul, SIG, dan simulator digital interaktif, keberhasilannya sangat bergantung pada ketersediaan koneksi internet yang stabil, perangkat penunjang, laboratorium komputer, serta kemampuan digital dasar. Di berbagai daerah terpencil maupun sekolah menengah dengan anggaran terbatas, ketiadaan infrastruktur fisik ini membatasi potensi inovasi pembelajaran dan mendorong kembalinya metode pengajaran konvensional. Kendala ketiga, yang paling krusial dari sudut pandang sosiologis, adalah munculnya pendekatan pengajaran yang bersifat defensif atau kecenderungan menghindari risiko di kalangan guru dan pimpinan sekolah. Ketika pengintegrasian STEM dirancang untuk menjawab persoalan sosial dan lingkungan nyata—seperti perubahan iklim, kesenjangan distribusi air, konflik lahan demi kepentingan ekonomi, atau dampak industri bahan bakar fosil—sebagian pendidik secara sadar memilih untuk mengelak dari pembahasan tersebut. Mereka menjauhi potensi munculnya friksi sosial atau pertentangan nilai dengan berargumen bahwa materi kontroversial dianggap "terlalu berat" bagi siswa jenjang SMA atau berpotensi memicu protes dari wali murid dan otoritas lokal. Sikap penghindaran terhadap isu-isu aktual ini mengancam tujuan utama pembelajaran mendalam dalam S-STEM, yang berujung pada kurikulum yang monoton, nilai-nilai yang buram, dan tidak mendorong siswa menumbuhkan

kesadaran sebagai warga negara dalam masyarakat demokratis. Rintangan kultural ini diperparah oleh sistem evaluasi nasional yang masih sangat terpaku pada pengujian kompetensi berbasis hafalan teori pasif, alih-alih penyelesaian proyek riset jangka panjang.

4. Simpulan

Konvergensi integrasi Social Studies integrated STEM (S-STEM) pada jenjang SMP, SMA, dan SMK merupakan pendekatan pembelajaran lintas disiplin yang efektif untuk mendukung pendidikan abad ke-21 melalui pembelajaran kontekstual dan penguatan berpikir kritis. Kajian literatur ini menunjukkan temuan utama. S-STEM mengintegrasikan studi sosial, seperti geografi, ekonomi, sejarah, dan sosiologi, dengan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks masalah sosial nyata. Pendekatan ini membantu siswa memahami persoalan secara menyeluruh dan mengurangi sekat antarbidang ilmu. penerapan Project-Based Learning (PjBL-STEM) dan Problem-Based Learning (PBL-STEM) yang didukung media digital interaktif, seperti e-modul, QR code, website pembelajaran, dan smart box, terbukti meningkatkan keaktifan belajar, kemampuan berpikir kritis, nalar spasial, dan hasil belajar siswa. keberhasilan implementasi S-STEM ditentukan oleh kompetensi guru sebagai fasilitator, kesiapan siswa dalam belajar mandiri, serta ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai. S-STEM menawarkan kerangka transdisipliner yang menghubungkan penalaran kuantitatif dengan humaniora. Secara pedagogis, pendekatan ini efektif meningkatkan motivasi, kemandirian, keterampilan spasial, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Secara kebijakan, temuan ini dapat menjadi dasar untuk memperbaiki LKPD, mengembangkan penilaian berbasis proyek lintas disiplin, dan memperkuat pelatihan guru kolaboratif.

Keterbatasan penelitian. Analisis hanya didasarkan pada 15 artikel jurnal terbitan 2020–2024, sehingga belum sepenuhnya mewakili seluruh perkembangan riset. Selain itu, terdapat kemungkinan bias dalam proses pemilihan dan sintesis literatur, Operasionalisasi studi literatur ini tetap tunduk pada aspek metodologis secara ilmiah, namun tidak luput dari risiko bias subjektivitas dalam kualitas ekstraksi data serta sintesis temuan. Terdapat kemungkinan literatur terbaru dan paling mutakhir di luar pangkalan data utama terlewatkan dalam meta-analisis pencarian data. serta potensi terlewatnya sumber lain yang relevan.

Rekomendasi agenda riset ke depan, penelitian perlu diperluas melalui studi kuantitatif dengan sampel lebih besar, kajian komparatif antar sekolah dengan tingkat kesiapan teknologi

berbeda, serta penelitian tentang hambatan psikologis dan pedagogis guru dalam mengajarkan isu-isu sosio-saintifik. Mendorong pelaksanaan studi lanjutan jenis kuantitatif-survei dengan sampel yang lebih luas untuk mengeksplorasi secara empiris komponen S-STEM yang dikembangkan dalam model pembelajaran tematik di Sekolah Menengah, serta pengaruhnya terhadap berbagai kriteria keterampilan abad ke-21. Melakukan uji komparasi implementasi STEM di beberapa sekolah menengah dengan tingkat kesiapan teknologi yang berbeda untuk menghasilkan luaran penelitian yang lebih representatif dan inklusif bagi para pemangku kepentingan. Diperlukan investigasi mendalam terhadap aspek psikologis dan keterbatasan kognitif yang dialami guru ketika mengajarkan topik sosio-saintifik yang sensitif atau kontroversial (seperti isu krisis iklim, ketimpangan ekonomi, atau alokasi sumber daya) dalam kerangka program S-STEM demi mengidentifikasi strategi dukungan psikologis dan pedagogis yang paling sesuai bagi pendidik di masa depan.

Daftar Pustaka

- Akhmad, Y., Masrukhi, M., & Indiatmoko, B. (2020). The effectiveness of the integrated project-based learning model STEM to improve the critical thinking skills of elementary school students. *Educational Management*, 9(1), 9–16. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/eduman/article/view/35870>
- Amalia, S., Witarsa, R., & Nurmalina, N. (2023). Penerapan model pembelajaran stem untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah Negeri 020 Ridan Permai. *Jurnal Muassis Pendidikan Menengah*, 2(1), 27–34. <https://doi.org/10.55732/jmpd.v2i1.45>
- Averin, S., Murodhodjaeva, N., Romanova, M., Serebrennikova, Y., & Koptelov, A. V. (2020). Continuity in education in the implementation of the STEM education for the children of preschool and elementary school age modular program. *SHS Web of Conferences*, 79, 1002. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207901002>
- Aydın, G. (2020). Prerequisites for Elementary School Teachers before Practicing STEM Education with Students: A Case Study TT - İlkokul Öğretmenlerinin Öğrencilerle Fen, Matematik, Mühendislik, Teknoloji (STEM) Eğitimi Öncesi Gereksinimleri; Durum Çalışması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(88), 1–40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejer/issue/57483/815278>
- Budiana, D., & Gumilang, E. S. (2023). Penerapan Pendekatan Stem Berbasis Srl Terhadap Pengembangan Life Skills dan Gerak Dasar Penjas di Sekolah Menengah. *Jurnal Pendidikan Olah Raga*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.31571/jpo.v12i1.4738>
- Carter, K. C. (2020). *STEM Education in the Elementary School Classroom*. <https://doi.org/https://doi.org/10.33015/dominican.edu/2020.EDU.11>

- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (science, technology, enggeenering and mathematic) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah . *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Firmansyah, D. (2022). Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi Penelitian: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 1(2), 85–114. <https://doi.org/10.55927/jiph.v1i2.937>
- Helga, M., Untari, M. F. A., & Mulyani, M. (2024). Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Rangkaian Arus Listrik dan Pembangkit Listrik Kelas 5 Sekolah Menengah . *Jurnal Basicedu*, 8(2), 1068–1077. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7243>
- Keele, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Technical report, ver. 2.3 ebse technical report. ebse.
- Laksmiwati, P. A., Padmi, R. S., & Salmah, U. (2020). Elementary school teachers' perceptions of STEM: What do teachers perceive? *Journal of Physics: Conference Series*, 1581(1), 12039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012039>
- Mardhiyatirrahmah, L., Muchlas, M., & Marhayati, M. (2020). Dampak Penerapan Pendekatan Stem Pada Pembelajaran Matematika Di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Matematika (JPM)*, 6(2), 78–88. <https://doi.org/10.33474/jpm.v6i2.5299>
- Marliani, T., Hamdu, G., & Pranata, O. H. (2021). Pengembangan LKS pembelajaran STEM untuk mencapai keterampilan 4C dengan media Electrical Tandem Roller di Sekolah Menengah . *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Menengah* , 8(2), 276–291. <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v8i2.35334>
- Nur, S., Annisa, M. R., Fedora, A., Anggraeni, M. D., & Wahyuni, S. (2024). Pengadaptasian Metode STEM Di Tingkat Sekolah Menengah : Keunggulan Penerapan Pembelajaran dengan Teknologi Wordwall. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 5259–5265. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i2.14787>
- Oktapiani, N., & Hamdu, G. (2020). Desain pembelajaran STEM berdasarkan kemampuan 4C di Sekolah Menengah. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 99–108. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30659/pendas.7.2.99-108>
- Patras, Y. E., Yolanita, C., Wildan, D. A., & Fajrudin, L. (2024). Pembelajaran Berbasis STEM di Sekolah Menengah Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(2). <https://doi.org/10.20961/jkc.v12i2.87662>
- Permendikbud. (2016). *Ebook Permendikbud No 19 Tahun 2016 tentang Program Indonesia Pintar*. Kemendikbud, Republik Indonsia.
- Rahmi, R. P., Meli, N., & Kusdar, K. (2022). Penerapan Model Project Based Learning Berbasis STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Menengah . *Kompetensi*, 15(1), 102–110. <https://doi.org/10.36277/kompetensi.v15i1.71>
- Rinala, I. N., & Yudana, I. M. (2013). Pengaruh Kualitas Pelayanan Akademik Terhadap Kepuasan Dan Loyalitas Mahasiswa Pada Sekolah Tinggi Pariwisata Nusa Dua Bali. *E-*

- Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha. Program Studi Administrasi Pendidikan*, 4, 1–12. <https://doi.org/10.23887/japi.v4i1.916>
- Rohmah, U. N., Ansori, Y. Z., & Nahdi, D. S. (2019). Pendekatan pembelajaran stem dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa Sekolah Menengah . *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 471–478.
- Sunedi, S., & Syaflin, S. L. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Berbasis Etno STEM pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Menengah . *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(2), 325–335. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i2.631>
- Suranti, N. M. Y., & Wahyuningsih, B. Y. (2024). Project based learning dengan pendekatan STEM pada pendidikan Sekolah Menengah . *Indonesian Journal of Elementary and Childhood Education*, 5(3), 98–104. Retrieved from <https://www.journal-publication-center.com/index.php/ijece/article/view/1586>
- Suryani, E., Kun, Z., & Haryanto, H. (2023). The implementation of STEM approach (science, technology, engineering, and mathematics) on science learning at elementary school. *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, 12, 315–322. <https://doi.org/10.30595/pssh.v12i.814>
- Susetyo, D. P., Pranajaya, E., Setiawan, T., & Suryana, A. (2022). Kualitas Pelayanan Akademik dan Citra Institusi sebagai Determinan Kepuasan Mahasiswa. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(4), 473–492. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i4.1250>
- Syadiah, A. N., & Hamdu, G. (2020). Analisis rasch untuk soal tes berpikir kritis pada pembelajaran STEM di Sekolah Menengah . *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 10(2), 138–148. <https://doi.org/10.25273/pe.v10i2.6524>
- Syarah, M. M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Penerapan Pendekatan STEM Pada Pembelajaran Biologi. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 236–243. <https://doi.org/10.32938/jbe.v6i3.1260>
- Trevallion, D., & Trevallion, T. (2020). STEM: Design, implement and evaluate. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 14(8), 1–19. Retrieved from https://www.ijicc.net/images/Vol_14/Iss_8/14801_Trevallion_2020_R1.pdf
- Wicaksono, A. G., Jumanto, J., & Hanafi, M. F. (2022). Pelatihan penerapan pendekatan stem dalam pembelajaran tematik integratif bagi guru Sekolah Menengah islam di surakarta. *Diseminasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 98–105. <https://doi.org/10.33830/diseminasiabdimas.v4i1.1961>
- Wijayanto, D. S., Widiastuti, I., Budiyanto, C. W., Saputra, T. W., Towip, T., Maimunah, M., & Kurniawan, H. (2024). Penerapan Pendidikan Hijau dalam Pembelajaran STEM bagi Siswa Sekolah Menengah di Kabupaten Klaten. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.31949/jb.v5i1.3654>
- Winarto, W., Retnoningsih, D. A., & Kristyaningrum, D. H. (2021). Modul Sains Komik (MOSAKO) berbasis Science Technology Engineering and Mathematic (STEM) untuk Siswa Sekolah Menengah . *Khazanah Pendidikan*, 15(1), 51–64.

- Yonatin, V. P., Cahyani, B. H., Khosiyono, B. H. C., & Nisa, A. F. (2024). Analisis Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Menengah . *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(1), 2274–2284. <https://doi.org/10.23969/jp.v9i1.11743>
- Yuniar, A. D., & Happy, N. (2024). Persepsi, Keyakinan, dan Kesiapan Guru Sekolah Menengah Terhadap Implementasi STEM. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 15(1), 14–26. <https://doi.org/10.26877/aks.v15i1.17497>