

***TRANSFER OF LEARNING* MELAUI MODEL STEM DALAM
PEMBELAJARAN SAINS DI MADRASAH IBTIDAIYAH**



OLEH:

Mardan Erwinsyah

NIM: 22204085011

TESIS

Diajukan kepada Program Magister (S2)
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga
untuk Memenuhi Salah satu Syarat guna
Memperoleh Gelar Magister Pendidikan (M.Pd)
Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

YOGYAKARTA

2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : MARDAN ERWINSYAH
NIM : 22204085011
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Saya yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000 SEPULUH RIBU RUPIAH', 'METERAI TEMBEL', and the serial number '1E04BAKX856860953'.

Mardan Erwinsyah
NIM. 22204085011

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : MARDAN ERWINSYAH
NIM : 22204085011
Jenjang : Magister (S2)
Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika dikemudian hari terbukti menemukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Saya yang menyatakan



Mardan Erwinsyah
NIM. 22204085011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-973/Un.02/DT/PP.00.9/05/2024

Tugas Akhir dengan judul : *TRANSFER OF LEARNING* MELALUI MODEL STEM DALAM PEMBELAJARAN
SAINS DI MADRASAH IBTIDAIYAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MARDAN ERWINSYAH, S.Pd
Nomor Induk Mahasiswa : 22204085011
Telah diujikan pada : Senin, 06 Mei 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Prof. Dr. Istiningsih, M.Pd.
SIGNED

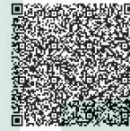
Valid ID: 665daf8787782



Penguji I

Dr. Siti Fatonah, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 6655522672bb5



Penguji II

Dr. Andi Prastowo, S.Pd.I., M.Pd.I
SIGNED

Valid ID: 665d65bd54840



Yogyakarta, 06 Mei 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 665e915330496

NOTA DINAS PEMBIMBING

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

AssalamualaikumWr.Wb.

Setelah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

TRANSFER OF LEARNING MELALUI MODEL STEM DALAM PEMBELAJARAN SAINS DI MADRASAH IBTIDAIYAH

Nama : MARDAN ERWINSYAH

NIM : 22204085011

Jenjang : Magister (S2)

Program Studi : Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada program Magister (S2) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.).

WassalamualaikumWr.Wb.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Pembimbing



Prof. Dr. Istiningsih, M.Pd
NIP. 19660130 199303 2 002

MOTTO

**KITA TIDAK PERNAH TAU KEBAIKAN KECIL MANA YANG JUSTRU
MEMBAWA KITA MASUK SURGA, MAKA BERBUAT BAIKLAH BUKAN
UNTUK MENCARI IMBALAN TAPI KARENA ITU ADALAH KEWAJIBAN
DAN KEHORMATAN.**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan kepada:

Almamater

Program Magister (S2)

Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI)

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri

Sunan Kalijaga

Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN

Fonem konsonan bahasa Arab yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf. Dalam transliterasi ini sebagian dilambangkan dengan huruf dan sebagian dilambangkan dengan tanda, dan sebagian lagi dilambangkan dengan huruf dan tanda sekaligus.

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba'	B	Be
ت	Ta'	T	Te
ث	Ša'	Š	es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ha'	Ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha'	Kh	ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Zal	Ẓ	ze (dengan titik di atas)
ر	Ra'	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	es dan ye
ص	Šad	Š	es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	Ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa'	Ṭ	te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa'	Ẓ	zet (dengan titik di bawah)
ع	‘Ain	‘	koma terbalik di atas
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa'	F	Ef
ق	Qaf	Q	Qi
ك	Kaf	K	Ka
ل	Lam	L	‘el

م	Mim	M	'em
ن	Nun	N	'en
و	Waw	W	W
ه	Ha'	H	Ha
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Ya'	Y	Ye

B. Konsonan Rangkap Karena Syaddah Ditulis Rangkap

سَلَّةٌ	Ditulis	<i>Sunnah</i>
عَلَّةٌ	Ditulis	<i>'Illah</i>

C. Ta' Marbutoh Di Akhir Kata

a. Bila dimatikan ditulis dengan h

المائدة	Ditulis	<i>al-Mā'iddah</i>
إسلامية	Ditulis	<i>Islāmiyyah</i>

(Ketentuan ini tidak diperlukan kata-kata Arab yang sudah terserap ke dalam bahasa Indonesia, seperti: zakat, salat dan sebagainya, kecuali bila dikehendaki lafal aslinya).

b. Bila diikuti dengan kata sandang “al” serta bacaan kedua itu terpisah, makaditulis dengan h.

مؤازرة المذاهب	Ditulis	<i>Muqāranah al-Mazāhib</i>
----------------	---------	-----------------------------

D. Vokal Pendek

.....َ.....	<i>fathah</i>	Ditulis	A
.....ِ.....	<i>Kasrah</i>	Ditulis	I
.....ُ.....	<i>ḍammah</i>	Ditulis	U

E. Vokal Panjang

1.	Fathah + alif إِسْحَـٰن	ditulis ditulis	ā <i>Istih̄sān</i>
2.	Fathah + yā' mati أُنْـۚى	ditulis ditulis	ā <i>Unṣā</i>
3.	Kasrah + yā' mati الْعِلْوَـٰنِی	ditulis ditulis	ī <i>al-‘Ālwānī</i>
4.	Ḍammah + wāwu mati عِلْـۚوم	ditulis ditulis	ū <i>‘Ulūm</i>

F. Vokal Rangkap

1.	Fathah + yā' mati غَیْـۚرَہم	ditulis ditulis	ai <i>Gairihim</i>
2.	Fathah + wāwu mati قَوْل	ditulis ditulis	au <i>Qaul</i>

G. Vokal Pendek Yang Berurutan Dalam Satu Kata Dipisahkan Dengan Apostrof

أَـٰنْتُمْ	Ditulis	<i>a'antum</i>
أَعِدَّتْ	Ditulis	<i>u'iddat</i>
إِلَّا شَكَرْتُمْ	Ditulis	<i>la'in syakartum</i>

H. Kata Sandang Alif + Lam

a. Bila diikuti huruf *Qamariyyah*

الْقُرْآن	Ditulis	<i>al-Qur'an</i>
الْقِيَّاس	Ditulis	<i>al-Qiyās</i>

b. Bila diikuti huruf *Syamsiyyah* ditulis dengan menggunakan huruf *Syamsiyyah* yang mengikutinya, serta menghilangkan huruf “l” (el)nya.

الرسالة	Ditulis	<i>ar-risālah</i>
النساء	Ditulis	<i>an-Nisā'</i>

I. Penulisan Kata-Kata Dalam Rangkaian Kalimat

Ditulis menurut bunyi atau pengucapannya

أهل الرأي	Ditulis	<i>Ahl ar-Ra'yi</i>
أهل السنة	Ditulis	<i>Ahl as-Sunnah</i>

ABSTRAK

Mardan Erwinsyah, NIM.22204085011 “*Transfer of learning* Melalui Model STEM dalam Pembelajaran Sains di Madrasah Ibtidaiyah”. *Tesis*: Program Magister Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, 2024.

Pendidikan sains di madrasah ibtidaiyah perlu ditingkatkan untuk menumbuhkan pemahaman ilmiah dan kemampuan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan transfer of learning. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi persepsi dan kesiapan guru dalam menerapkan model STEM, serta dampaknya terhadap keterampilan abad ke-21 dan pembelajaran siswa

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji model STEM dalam pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah di Kota Yogyakarta. Penelitian ini fokus pada tiga aspek: (1) penerapan Model STEM dalam pembelajaran Sains di Madrasah Ibtidaiyah, (2) Proses *transfer of learning* terjadi dalam pembelajaran sains dengan model STEM, (3) keterampilan STEM yang ditumbuhkan melalui pembelajaran sains.

Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian ini melibatkan 12 guru yang mengajar materi pembelajaran sains pada kelas V, V, VI di Madrasah Ibtidaiyah kota Yogyakarta, yaitu MIN 1 Yogyakarta, MIS Al Islam, MIS Ma'had Islamy dan MI Nurul Ummah. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi sebagai data pendukung penelitian. Untuk menguji keabsahan data peneliti menggunakan teknik triangulasi yang kemudian dianalisis dengan mereduksi data, penyajian data dan pada tahap terakhir ialah penarikan kesimpulan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, *transfer of learning* melalui model STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep sains dan kemampuan berpikir kritis siswa. Model STEM terbukti efektif dalam menumbuhkan minat dan motivasi siswa untuk belajar sains. Guru-guru di madrasah ibtidaiyah menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam menerapkan skill yang terkait dengan model STEM. Mereka mampu mengintegrasikan sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam pembelajaran, serta merancang pembelajaran yang berpusat pada siswa. Model STEM terbukti memiliki dampak inovatif dalam pembelajaran sains. Model ini meningkatkan kreativitas dan kemampuan problem solving siswa, serta mendorong siswa untuk berpikir kritis. Penelitian ini menunjukkan bahwa model STEM dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah.

Kata Kunci: *Madrasah Ibtidaiyah, Pembelajaran Sains, STEM*

ABSTRACT

Mardan Erwinsyah, NIM.22204085011 “*Transfer of learning Through STEM Model in Science Learning in Madrasah Ibtidaiyah*” Thesis of the Master Program, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2024.

Science education in Islamic primary schools (Madrasah Ibtidaiyah) needs to be enhanced to foster students' scientific understanding and critical thinking skills. The STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) learning model offers innovative solutions to improve transfer of learning. This research aims to explore teachers' perceptions and readiness in implementing the STEM model, as well as its impact on 21st-century skills and student learning.

The study focuses on three aspects: (1) the implementation of the STEM Model in Science Education in Madrasah Ibtidaiyah, (2) the process of *transfer of learning* that occurs in science education with the STEM model, and (3) the STEM skills cultivated through science education.

The research method used is qualitative research with a case study approach. This study involves 12 teachers who teach science subjects in grades V, VI, and VI at Madrasah Ibtidaiyah in Yogyakarta City, MIN 1 Yogyakarta, MIS Al Islam, MIS Ma'had Islamy, and MI Nurul Ummah. Data collection techniques are conducted through observation, interviews, and documentation as supporting research data. To test the validity of the data, the researcher uses triangulation techniques, which are then analyzed by data reduction, data presentation, and finally, conclusion.

The results show that *transfer of learning* through the STEM model can enhance students' understanding of science concepts and critical thinking skills. The STEM model proves to be effective in fostering students' interest and motivation to learn science. Teachers in Madrasah Ibtidaiyah demonstrate fairly good abilities in implementing skills related to the STEM model. They can integrate science, technology, engineering, and mathematics in teaching and design student-centered learning. The STEM model proves to have innovative impacts on science education. This model enhances students' creativity and problem-solving abilities, as well as encourages critical thinking. This research indicates that the STEM model can be an effective alternative to enhance the quality of science education in Islamic primary schools.

Keywords: *Islamic Primary School, Science Learning, STEM*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti haturkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan banyak karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir tesis ini dengan judul, “*Tranfer of Learning Melalui Mode STEM dalam Pembelajaran Sains di Madrasah Ibtidaiyah*”. Tesis ini disusun untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd), Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Salam dan cinta peneliti selalu tercurahkan kepada kekasih Allah SWT, yang telah membimbing kehidupan peneliti yaitu Nabi Muhammad SAW.

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu kelancaran penelitian dan penyusunan tesis ini, baik berupa dukungan spirituil, moril maupun materiil. Oleh karena itu, peneliti secara khusus menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S. Ag., M.A.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Sumarni, M.Pd selaku Dekan fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Siti Fathonah, M.Pd., selaku Ketua Prodi Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
4. Prof. Dr. Istiningsih, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing dalam penelitian tesis ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, arahan, bimbingan dan saran hingga tesis ini terselesaikan dengan baik dan di waktu yang tepat.

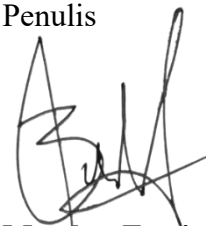
5. Ibu Dr. Aninditya Sri Nugraheni, M.Pd. Selaku dosen Penasehat Akademik yang telah mengarahkan dan membantu peneliti selama berkuliah
6. Seluruh jajaran Dosen dan pengadministrasi di Magister Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya
7. Pimpinan dan seluruh karyawan Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memfasilitasi untuk studi kepustakaan.
8. Kepala Madrasah dan seluruh dewan Guru MIN 1 Yogyakarta, MIS Al Islam, MIS Ma'had Islamy dan MI Nurul Ummah, yang telah membantu dan memfasilitasi peneli menyelesaikan penyusunan tesis
9. PMU Beasiswa Indonesia Bangkit (BIB) yang telah memberikan saya kesempatan untuk dapat melaksanakan studi Magister dengan beasiswa secara penuh.
10. Keluarga besar kantor kementerian agama kabupaten Musi banyuasin yang telah menerima peneliti sebagai bagian keluarga dan menjadi tempat bernaung dan belajar. Keluarga besar MIN 2 Musi banyuasin yang menjadi tempat peneliti bekerja dan bertumbuh. Menjadi salah satu yang mendukung penuh peneliti untuk melanjutkan studi ini.
11. Ayahanda Syamsul Bahri dan Ibu Indun Aini serta kakak dan adik yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam setiap pilihan yang telah aku jalani hingga saat ini

12. Warga kosan Mak Sri yang telah menemani selama studi di Yogyakarta yang menjadi rekan bertumbuh dan menyemangati peneliti supaya studi segera selesai dan bisa melanjutkan langkah-langkah kehidupan selanjutnya.
13. Teman-teman kelas Magister PGMI C dan umumnya teman-teman se-program Studi Magister PGMI tahun 2022-2023 yang senantiasa berbagi informasi, motivasi dan berbagi ilmu serta pengalaman selama studi.
14. Semua teman-teman di Awardee Beasiswa BIB Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga baik Magister dan Doktoral, yang telah menjadi keluarga, teman dan memberikan pengalaman dalam berproses di organisasi.

Sebagai ungkapan rasa syukur atas selesainya penelitian tesis ini, peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi. Peneliti menyadari bahwa tanpa bantuan mereka, penelitian ini tidak akan mungkin terselesaikan. Meskipun tidak dapat membalas kebaikan mereka satu per satu, peneliti mendoakan agar Allah SWT membalas semua amal kebaikan mereka dengan pahala yang berlimpah. Semoga Allah SWT juga memberikan kelancaran dan kemudahan dalam segala urusan mereka. Aamiin.

Yogyakarta, 28 Maret 2024

Penulis



Mardan Erwinsyah

NIM. 22204085011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN	viii
ABSTRAK	xii
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR	xiv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
E. Kajian Pustaka	9
F. Landasan teori.....	15
BAB II METODE PENELITIAN	53
A. Jenis Penelitian	53
B. Latar penelitian	55
C. Sumber Data	56
E. Teknik Analisis Data.....	67
F. Uji Keabsahan Data.....	70
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	72
A. Deskripsi Hasil penelitian.....	72

1. Penerapan Model STEM dalam pembelajaran Sains di MI	72
2. <i>Transfer of learning</i> dalam pembelajaran sains dengan model STEM	85
3. Keterampilan STEM.....	95
B. Pembahasan dan Temuan	104
1. Model STEM dalam pembelajaran Sains di MI	104
2. <i>Transfer of learning</i> dalam pembelajaran sains dengan model STEM	111
3. Keterampilan STEM yang ditumbuhkan melalui pembelajaran sains	118
BAB IV PENUTUP.....	121
A. Simpulan	121
B. Saran	123
C. Keterbatasan Penelitian.....	125
DAFTAR PUSTAKA.....	128
LAMPIRAN	134

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Diferensiasi antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya.....	14
Tabel 2 Literasi STEM.....	24
Tabel 3 Konsep Literasi STEM.....	25
Tabel 4 Tujuan STEM.....	28
Tabel 5 Bagan Sintaks Pembelajaran STEM	34
Tabel 6 Kisi-Kisi Wawancara	61
Tabel 7 Kisi-Kisi Observasi Penelitian.....	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komponen Analisis data model interaktif Miles dan Huberman.....70



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kisi-Kisi Wawancara.....	134
Lampiran 2 Instrument Wawancara.....	136
Lampiran 3 Kisi-Kisi Observasi penelitian.....	138
Lampiran 4 Reduksi Data.....	140
Lampiran 5 Triangulasi Sumber.....	157
Lampiran 6 Transkrip Wawancara.....	165
Lampiran 7 Surat keterangan Izin penelitian	231
Lampiran 8 Surat Keterangan Telah Penelitian	232



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan sains di tingkat dasar, khususnya di madrasah ibtidaiyah, merupakan fondasi penting dalam membentuk pemahaman ilmiah dan keterampilan berpikir kritis siswa. Pendidikan sains yang efektif tidak hanya bertujuan untuk menyampaikan konsep-konsep dasar, tetapi juga untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menerapkan pengetahuan tersebut ke dalam berbagai situasi baru,¹ sebuah proses yang dikenal sebagai *transfer of learning*. Istilah *transfer learning* mengacu pada proses penyaluran pengetahuan yang terjadi di dalam ruangan kelas antara guru dan siswa. Koneksi antara siswa dan guru sangat penting selama proses pembelajaran karena faktor-faktor ini sangat mempengaruhi kualitas pembelajaran.² *Transfer of learning* adalah kemampuan siswa untuk menggunakan apa yang telah mereka pelajari dalam konteks yang berbeda dan merupakan indikator utama keberhasilan pembelajaran di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat.

Selama ini, pendekatan pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah cenderung bersifat konvensional, dengan penekanan yang lebih besar pada

¹ Indriani Fitri, "Kompetensi Pedagogik Guru Dalam Kreativitas Siswa," *Fenomena* 7, no. 1 (2019): 17–28.

² Zulkifli Mansyur, "Hakikat Transfer Of Learning Dan Aspek-Aspek Yang Mempengaruhinya," *Jurnal Ilmiah Iqra'* 12 (n.d.): 146–59.

hafalan dan pemahaman konsep-konsep dasar daripada pada aplikasi praktis dan penemuan mandiri. Pendekatan ini kurang efektif dalam membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis, serta dalam mengintegrasikan dan menerapkan ilmu sains dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menciptakan kesenjangan antara apa yang dipelajari siswa di sekolah dan bagaimana mereka menerapkannya di dunia nyata.

Model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini. STEM menawarkan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan empat bidang ilmu, menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis, relevan, dan kontekstual.³ Dengan model STEM, siswa tidak hanya belajar teori, tetapi juga menerapkan konsep ilmiah melalui proyek dan eksperimen yang melibatkan teknologi, rekayasa, dan matematika.⁴ Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, serta memfasilitasi *transfer of learning* secara lebih efektif.

Namun, keberhasilan implementasi model STEM dalam pembelajaran sains sangat bergantung pada persepsi dan kesiapan guru. Guru yang memahami dan mengapresiasi potensi model STEM cenderung lebih termotivasi dan mampu mengintegrasikan pendekatan ini dalam kurikulum mereka. Oleh karena itu, penting untuk menyelidiki sejauh mana

³ A. Fathoni et al., “STEM : Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 17, no. 1 (2020): 33–42.

⁴ Pratiwi Kartika Sari et al., *STEAM (Sains, Teknologi, Engineering, Art and Mathematics)* (UMJ Press, 2021).

guru di madrasah ibtidaiyah memahami, menerima, dan siap menerapkan model STEM dalam pembelajaran sains. Persepsi guru terhadap STEM tidak hanya mempengaruhi penerapan model ini, tetapi juga berdampak pada efektivitas pembelajaran dan motivasi siswa.

Menurut laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD),⁵ literasi sains siswa Indonesia masih berada di tingkat yang rendah. Pada tahun 2018, Indonesia menduduki peringkat 74 dari 79 negara dengan skor 371 poin, dan pada tahun 2022 sedikit meningkat ke peringkat 68 dari 81 negara dengan skor 379 poin.⁶ Meskipun ada peningkatan, capaian ini masih jauh dari memuaskan, menunjukkan perlunya inovasi dalam metode pembelajaran sains di sekolah. Literasi sains adalah keterampilan penting yang berkaitan dengan kemampuan memahami lingkungan, masalah sosial, dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.⁷ Di era modern, kemampuan berpikir logis, kritis, kreatif, dan berkomunikasi dengan baik sangat dibutuhkan, dan literasi sains dapat membantu mengembangkan keterampilan tersebut.

Selain itu, literasi sains erat kaitannya dengan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dan mengambil keputusan berdasarkan

⁵ Pisa Adalah inisiatif yang diprakarsai oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD). PISA bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan siswa remaja dalam membaca, matematika, dan sains di berbagai negara di seluruh dunia.

⁶ Kemendikbud, <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2023/12/peringkat-indonesia-pada-pisa-2022-naik-56-posisi-dibanding-2018>, diakses pada 8 desember 2023 pukul 12.30 WIB

⁷ Indah. Hafizhah, Irvan. Iswandi, and Iis Susiawati, "Analisis Pembelajaran Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Pelajaran IPA Kelas V," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research* 4 (2024): 1828–41.

pemahaman ilmiah. Hal ini menjadi semakin penting di dunia yang semakin kompleks dan dipenuhi dengan informasi. Literasi sains juga memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara efektif dalam masyarakat yang berbasis pengetahuan, membuat keputusan yang tepat tentang kesehatan, lingkungan, dan teknologi, serta berkontribusi pada komunitas mereka dengan cara yang bermakna.

Untuk meningkatkan literasi sains siswa, terutama di sekolah dasar, pendekatan pembelajaran yang dapat menstimulasi keterlibatan aktif siswa sangat diperlukan. Pendekatan pembelajaran berbasis STEM muncul sebagai solusi yang menjanjikan, dengan memperkenalkan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan konsep dari empat bidang ilmu tersebut. Dengan model STEM, siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga menerapkan konsep ilmiah melalui proyek dan eksperimen yang melibatkan teknologi, rekayasa, dan matematika.⁸ Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif, serta memfasilitasi *transfer of learning* secara lebih efektif.

Penerapan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif melalui model STEM juga harus dieksplorasi lebih lanjut. Keterampilan-keterampilan ini sangat penting dalam dunia modern dan menjadi fokus utama dalam pendidikan STEM.⁹ Penelitian ini akan

⁸ Sri Endang Supriyatun, "Implementasi Pembelajaran Sains, Teknologi, Engineering, Dan Matematika STEM Pada Materi Fungsi Kuadrat," *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan* 5, no. 1 (2019): 80–87, <https://doi.org/10.33222/jumlahku.v5i1.567>.

⁹ Farwati, Ratna. *STEM education dukung merdeka belajar (dilengkapi dengan contoh perangkat pembelajaran berbasis stem)*. CV. DOTPLUS Publisher, 2021. Hal 6

mengevaluasi sejauh mana guru memiliki kemampuan untuk mengajarkan keterampilan ini secara efektif dan dukungan apa yang mereka butuhkan. Selain itu, dampak inovatif Model STEM pada pembelajaran siswa juga menjadi tujuan utama. Penting untuk memahami sejauh mana model ini mampu merangsang minat siswa terhadap sains, memotivasi mereka untuk mengeksplorasi lebih dalam, dan berkontribusi pada pengembangan keterampilan yang relevan untuk masa depan.

Implementasi model STEM dalam pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah diharapkan dapat menjawab tantangan ini. Namun, keberhasilan penerapan model ini sangat bergantung pada persepsi dan kesiapan guru. Guru yang memahami dan mengapresiasi potensi model STEM cenderung lebih termotivasi dan mampu mengintegrasikan pendekatan ini dalam kurikulum mereka. Oleh karena itu, penelitian ini perlu menyelidiki sejauh mana guru di madrasah ibtidaiyah memahami, menerima, dan siap menerapkan model STEM dalam pembelajaran sains. Persepsi guru terhadap STEM tidak hanya mempengaruhi penerapan model ini, tetapi juga berdampak pada efektivitas pembelajaran dan motivasi siswa.

Selain itu, perlu diperhatikan konteks pendidikan lokal dan kebijakan pendidikan yang berlaku. Kesesuaian Model STEM dengan kebijakan nasional, kebutuhan lokal, dan karakteristik siswa menjadi pertanyaan yang perlu dijawab. Bagaimana model ini dapat disesuaikan dengan realitas pendidikan di suatu daerah atau negara? Apakah ada

hambatan kebijakan atau infrastruktur yang perlu diatasi untuk memastikan keberlanjutan Model STEM dalam sistem pendidikan?

Melalui penyelidikan mendalam terhadap pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan model STEM dalam pembelajaran, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas serta potensi Model STEM dalam meningkatkan pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah. Dengan demikian, dapat dihasilkan rekomendasi dan pedoman konkrit yang dapat diterapkan di berbagai tingkatan pendidikan untuk memberikan kontribusi positif terhadap masa depan pendidikan sains yang dinamis dan relevan.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam tentang persepsi tenaga pengajar/guru terhadap STEM, bagaimana persepsi ini mempengaruhi penerapan keterampilan STEM dalam pembelajaran sains, dan dampak inovatif dari model pembelajaran STEM pada proses pendidikan. Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang hal-hal ini, diharapkan dapat dikembangkan strategi yang lebih efektif untuk mendukung guru dalam mengimplementasikan pendekatan pembelajaran STEM dan meningkatkan kualitas pendidikan sains di tingkat madrasah ibtidaiyah. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya akan memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur akademik, tetapi juga terhadap praktik pendidikan di lapangan, sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas pendidikan sains di Indonesia.

Pendidikan sains yang berbasis STEM tidak hanya membantu siswa memahami dan menguasai konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mengajarkan mereka bagaimana berpikir dan berfungsi seperti ilmuwan, insinyur, dan teknologi. Melalui pendekatan yang praktis dan aplikatif, siswa dapat belajar untuk memecahkan masalah nyata dengan menggunakan pengetahuan ilmiah yang mereka miliki. Hal ini akan mempersiapkan mereka untuk menjadi warga negara yang kompeten dan siap menghadapi tantangan global di masa depan.

Dengan latar belakang ini, penelitian ini akan mengeksplorasi *transfer of learning* melalui model STEM dalam pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah, dengan fokus pada persepsi dan kesiapan guru, penerapan keterampilan abad ke-21, dan dampak inovatif pada pembelajaran siswa. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan metode pembelajaran yang lebih efektif dan relevan, serta mendukung peningkatan kualitas pendidikan sains di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan Model STEM dalam pembelajaran Sains di Madrasah Ibtidaiyah?
2. Bagaimana *transfer of learning* terjadi dalam pembelajaran sains dengan model STEM?
3. Apa saja keterampilan STEM yang ditumbuhkan melalui pembelajaran sains?

C. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan Model STEM dalam pembelajaran Sains di Madrasah Ibtidaiyah
2. Bagaimana *transfer of learning* terjadi dalam pembelajaran sains dengan model STEM
3. Mengetahui apa saja keterampilan STEM yang ditumbuhkan melalui pembelajaran sains

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi guru
 - a. Meningkatkan pemahaman guru tentang model STEM dan penerapannya dalam pembelajaran sains.
 - b. Mendorong guru untuk menerapkan model STEM dalam pembelajaran sains.
 - c. Memberikan inspirasi bagi guru untuk mengembangkan inovasi pembelajaran sains.
2. Bagi peneliti
 - a. Menambah pengetahuan tentang model STEM dalam pembelajaran sains.

- b. Membuka peluang untuk melakukan penelitian lanjutan tentang model STEM.
- 3. Bagi pengambil kebijakan pendidikan
 - a. Mendapatkan informasi tentang efektivitas model STEM dalam pembelajaran sains.
 - b. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan program pelatihan guru dan bahan ajar yang berfokus pada implementasi Model STEM dalam pembelajaran sains di Madrasah Ibtidaiyah.
 - c. Menjadi dasar untuk membuat kebijakan yang mendukung penerapan model STEM dalam pembelajaran sains.

E. Kajian Pustaka

Hasil tinjauan pustaka yang dilakukan oleh peneliti dalam 7 tahun terakhir menggunakan *Publish or Perish* dengan kata kunci “ Pembelajaran STEM dan Sains” didapati lebih dari 200 penelitian yang terpublikasi di *google scholar*. Adapun beberapa penelitian-penelitian tersebut antara lain:

1. Artikel yang ditulis oleh Yuhana elva dan Ratna Kartika Irawati yang berjudul “Pengaruh project Base learning-STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terhadap pembelajaran sains pada abad 21”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran yang didasarkan pada proyek, atau STEM, memiliki dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Beberapa dampak yang dihasilkan dari penerapan model ini adalah

sebagai berikut: (1) Penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa meningkat; (2) Peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa; (3) Peningkatan kemampuan berkomunikasi siswa; (4) Peningkatan aktivitas guru, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik; dan (5) Peningkatan kemampuan guru untuk Oleh karena itu, model pembelajaran berbasis proyek (STEM) dalam pembelajaran sains dapat mendorong siswa untuk memiliki keterampilan yang sesuai dengan era modern. Keterampilan yang dibutuhkan siswa untuk menghadapi tantangan di era kontemporer dikenal sebagai keterampilan abad kedua puluh satu.¹⁰

2. Artikel yang ditulis oleh Sri endang supriyatun berjudul “Implementasi pembelajaran sains, teknologi, engineering, dan matematika (STEM) pada materi fungsi kuadrat”. Hasil penelitian ini adalah Implementasi STEM pada materi fungsi kuadrat dapat meningkatkan pencapaian target ketuntasan minimal; dari 30 siswa, 22 telah menyelesaikan, meningkat dari kondisi awal dengan hanya 5 siswa. Kesimpulan dari penerapan STEM adalah bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam fungsi pembelajaran kuadrat.¹¹
3. Artikel yang ditulis oleh Alvi Maulidia, Albertus Djoko Lesmono, dan Lailatul Nuraini berjudul "Inovasi dalam pembelajaran sains masa depan

¹⁰ Yuhana Elva and Ratna Kartika Irawati, “Pengaruh Project Based Learning – Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terhadap Pembelajaran Sains Pada Abad 21,” *Ed-Humanistics : Jurnal Ilmu Pendidikan* 6, no. 1 (2021): 793–98, <https://doi.org/10.33752/ed-humanistics.v6i1.1463>.

¹¹ Supriyatun, “Implementasi Pembelajaran Sains, Teknologi, Engineering, Dan Matematika STEM Pada Materi Fungsi Kuadrat.”

melalui pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) di SMA Muhammadiyah 3 Jember." Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM ini juga dapat mempengaruhi hasil belajar siswa tentang elastisitas dan hukum Hooke lebih baik daripada pembelajaran tentang materi lainnya. Ini dapat dilihat dari nilai ulangan harian rata-rata siswa. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap kreativitas siswa, sambil mempertimbangkan dampaknya terhadap hasil belajar mereka.¹²

4. Artikel Yuyu yuliati dan Dudu suhadi saputra berjudul "Pendidikan STEM: Inovasi Pembelajaran Sains di Era 4.0" Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran STEM memberikan dampak positif bagi peserta didik; mereka akan memiliki kemampuan yang diperlukan untuk menghadapi perkembangan IPTEKS di era industrialisasi dan globalisasi saat ini. Oleh karena itu, STEM adalah salah satu inovasi yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran untuk menyongsong era 4.0.¹³
5. Artikel oleh Ulfa Nadiyah Rohmah, Yoyo Zakaria Ansori, dan Dede Salim Nahdi berjudul "Pendekatan Pembelajaran STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar". Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah upaya untuk meningkatkan pembelajaran siswa

¹² Alvi Maulidia, Lailatul Nuraini, and Albertus Djoko Lesmono, "Inovasi Dalam Pembelajaran Sains Masa Depan Melalui Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) Education Di Sma Muhammadiyah 3 Jember," *Jurnal Pembelajaran Fisika* 9, no. 3 (2020): 107, <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.17977>.

¹³ Yuyu Yuliati and Dudu Suhandi Saputra, "STEM Education: Inovasi Pembelajaran Sains Di Era 4.0," *Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA 2019* 1 (2019): 1504–9.

terutama dalam kemampuan literasi sains siswa di sekolah dasar. Pendekatan ini membantu siswa memahami lingkungan hidup dan permasalahan yang dihadapi masyarakat modern, yang sangat bergantung pada kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk juga masalah sosial kemasyarakatan. Dengan menggunakan pendekatan STEM, proses pembelajaran akan lebih bervariasi dan inovatif, sehingga siswa dapat mempelajari berbagai konsep akademik yang disandingkan dengan situasi dunia nyata. Pendekatan ini juga dapat membantu siswa memperoleh pengetahuan yang lebih luas, meningkatkan kemampuan mereka untuk menangani masalah-masalah praktis, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir kritis.¹⁴

6. Artikel Icha Kurnia Watib, Suciati, Meida Wulan Sari, dan Febriani S A Nugraheni berjudul “Persepsi Guru IPA Terhadap Pembelajaran STEM”. Hasilnya menunjukkan bahwa guru IPA melihat STEM sebagai berikut: a) Sebagian besar guru masih kurang paham tentang STEM; b) STEM adalah pendekatan pembelajaran yang memadukan sains, teknologi, matematik, dan teknik; c) Forum ilmiah seperti seminar, workshop, dan pelatihan adalah sumber utama promosi STEM bagi guru IPA; d) Sebagian besar guru IPA percaya bahwa STEM membantu meningkatkan keterampilan di era modern; dan e) Guru sangat tertarik untuk menerapkan STEM dalam siswa. Hal ini dibuktikan dengan fakta bahwa 85% responden telah menerapkan

¹⁴ Ulfa Nadiyah Rohmah, Yoyo Zakaria Ansori, and Dede Salim Nahdi, “Pendekatan Pembelajaran Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar,” *Pendekatan Pembelajaran Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar* 5, no. 3 (2018): 152–62, google scholar.

pembelajaran STEM dalam rencana pembelajarannya; f) STEM sebagai pendekatan pembelajaran yang relevan dengan kurikulum 2013 dan abad 21; g) Sebagian besar pendidik IPA masih mengalami kesulitan dalam menerapkan pembelajaran STEM. Studi tentang bagaimana guru melihat pembelajaran sangat penting saat membuat konsep program pengembangan profesionalisme guru. Program-program ini harus memenuhi kebutuhan guru tentang pengetahuan konten dan pedagogis untuk menerapkan pembelajaran berbasis STEM di kelas.¹⁵

Adapun penelitian yang akan dilakukan peneliti berjudul "*Transfer of learning* melalui model STEM dalam pembelajaran sains di madrasah ibtidaiyah". Penelitian yang akan dilakukan ini berbeda dari penelitian sebelumnya. Adapun perbedaan tersebut adalah sebagai berikut:

Perbedaan yang pertama adalah cakupan penelitian. Penelitian ini fokus pada tiga aspek utama, yaitu Implementasi dan Efektivitas Model STEM, Proses *Transfer of Learning*, Keterampilan STEM yang Ditumbuhkan. Penelitian sebelumnya yang pernah ada umumnya hanya fokus pada satu atau dua aspek saja, misalnya hanya fokus pada pengaruh/dampak/efektivitas penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran terhadap hasil belajar siswa atau hanya berkonsentrasi pada penerapan keterampilan STEM oleh siswa.

¹⁵ Icha Kurnia Wati et al., "Persepsi Guru IPA Terhadap Pembelajaran STEM," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 7, no. 2 (2021): 92, <https://doi.org/10.32699/spektra.v7i2.203>.

Perbedaan kedua terletak pada metode yang digunakan untuk melakukan penelitian. Peneliti menggunakan metode kualitatif dengan *purposive sampling* untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang fenomena yang diteliti. Pada penelitian sebelumnya, metode kuantitatif biasanya digunakan dengan pendekatan eksperimen atau survei.

Perbedaan yang ketiga adalah lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan di madrasah ibtidaiyah di Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian ini dipilih di madrasah Ibtidaiyah. Sedangkan pada penelitian sebelumnya kebanyakan dilakukan di sekolah menengah atau perguruan tinggi.

Berikut adalah tabel yang merangkum perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya:

Tabel 1. Diferensiasi antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya

Aspek	Penelitian Ini	Penelitian Sebelumnya
Cakupan penelitian	Penerapan model STEM, proses transfer of learning, dan keterampilan STEM yang Ditumbuhkan	Hanya fokus pada satu atau dua aspek
Metode penelitian	Kualitatif	Kuantitatif dengan pendekatan eksperimen atau survei
Lokasi penelitian	SD/MI	Sekolah menengah atau perguruan tinggi

F. Landasan teori

1. Model STEM dalam Pembelajaran Sains

a. Sejarah perkembangan STEM

Perkembangan Model STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan relevansinya dalam pendidikan memiliki sejarah yang menarik yang mencerminkan perkembangan dalam pemahaman pendidikan sains, teknologi, teknik, dan matematika. Konsep pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah lama digunakan di berbagai bagian dunia, bahkan sebelum istilah STEM secara resmi diciptakan. Contohnya, revolusi industri dan penemuan-penemuan revolusioner seperti bola lampu, mobil, dan mesin-mesin, banyak di antaranya lahir dari penerapan STEM oleh para penemu seperti Thomas Edison dan Henry Ford, yang bahkan tidak mengenyam pendidikan formal yang tinggi.¹⁶

Peristiwa Pendorong Lahirnya Pendidikan STEM adalah Peristiwa bersejarah seperti Perang Dunia II dan peluncuran Sputnik 1 oleh Uni Soviet juga mendorong perkembangan STEM.¹⁷ Perang Dunia II memicu penciptaan berbagai teknologi canggih, seperti bom atom, persenjataan, dan kendaraan transportasi, yang dihasilkan melalui

¹⁶ Juniaty Winarni, Siti Zubaidah, and Supriyono Koes H, "STEM: Apa, Mengapa, Dan Bagaimana," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2016.

¹⁷ Heather B. Gonzalez and Jeffrey Kuenzi, "What Is STEM Education and Why Is It Important?," *Congressional Research Service*, no. August (2012): 1–15, https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf.

kolaborasi para ilmuwan, matematikawan, dan insinyur dengan militer. Peluncuran Sputnik 1 di tahun 1957 memicu "kompetisi ruang angkasa" yang terjadi antara Unisoviet dan Amerika Serikat, yang mendorong pengembangan teknologi mutakhir di kedua negara.¹⁸

Meskipun STEM telah lama diterapkan dalam berbagai bidang, istilah STEM baru diciptakan pada tahun 1990 oleh *National Science Foundation* (NSF) di Amerika Serikat¹⁹. Untuk menekankan pentingnya keempat bidang ini dalam pendidikan, NSF menyatukan sains, teknologi, teknik, dan matematika, dan menciptakan singkatan STEM.

b. Definisi STEM

STEM adalah singkatan dari “*Science, Technology, Engineering and mathematic*” merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan nilai-nilai sains, teknologi, teknik, dan matematika.²⁰ STEM hadir sebagai salah satu teknik dalam membangun cara berpikir siswa sesuai dengan prinsip EDP (*Engineering Design Process*).

STEM merujuk pada sebuah konsep pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan keempat bidang ilmu tersebut: sains, teknologi,

¹⁸ *Ibid*

¹⁹ *National Science Foundation* (NSF) adalah merupakan lembaga federal independen di Amerika Serikat yang didirikan pada tahun 1950. NSF memiliki peran penting dalam memajukan sains dan teknologi di Amerika Serikat

²⁰ Heather B. Gonzalez and Jeffrey J.Kuenzi, “Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): A Primer,” *Congressional Research Service*, no. August (2012): 1–15, https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf.

teknik, dan matematika. Konsep ini telah diperkenalkan di Amerika Serikat. Pendekatan pembelajaran berbasis STEM bertujuan untuk mengajarkan pengetahuan dan keterampilan secara holistik, dengan fokus pada pemecahan masalah. Ini melibatkan penerapan pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan untuk mengatasi tantangan dan mencapai solusi yang efektif dalam konteks situasi yang diberikan.²¹

Pendekatan STEM adalah sebuah kerangka kerja yang mendekatkan pendidikan ke dunia nyata dengan mengintegrasikan 4 disiplin ilmu. Model STEM menekankan hubungan intrinsik antara keempat disiplin ilmu ini, mempromosikan pembelajaran lintas-disiplin, dan memberikan relevansi praktis kepada siswa dalam menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah, dan mengatasi situasi dunia nyata.

Definisi ini didukung oleh *President's Council of Advisors on Science and Technology* (PCAST) dalam laporannya pada tahun 2010, yang penting pentingnya penggunaan pendekatan lintas-disiplin dalam pembelajaran STEM untuk mempersiapkan siswa dengan pemahaman dan keterampilan yang lebih mendalam tentang ilmu pengetahuan dan teknologi. Ignatov, Pfeiffer dan Poelmas dalam Zuryanty menyatakan bahwa STEM merupakan sebuah keterampilan dan pengetahuan yang

²¹ Aulya Khairunnisa et al., "ANALISIS IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM PADA MATA PELAJARAN KIMIA DI KOTA LANGSA," *Katalis Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia* 6, no. 1 (2023): 35–38.

didapatkan secara bersamaan oleh siswa. Hal yang menjadi dasar dalam pembelajaran STEM ini adalah pelaksana STEM harus mampu menghubungkan keempat komponen STEM tersebut dapat dibelajarkan secara terpadu dalam waktu yang bersamaan.²²

Sanders menyatakan STEM adalah sebuah metode pembelajaran yang memadukan beberapa disiplin ilmu yang ada di dalam komponen STEM.²³ Pembelajaran STEM bukan sekadar mempelajari keempat disiplin ilmu secara terpisah. Pendekatan ini berfokus pada penggalian kasus untuk memahami konsep dan pengetahuan di keempat bidang secara terintegrasi.

c. Komponen- Komponen Pembelajaran STEM

Komponen-komponen empat disiplin ilmu STEM diuraikan oleh *National Academy of Engineering* dan *National Research Council* pada tahun 2009, adapun komponen-komponen tersebut adalah :²⁴

1). Sains (*Science*)

Sains adalah kajian tentang fenomena alam, meliputi 40 prinsip-prinsip fisika, kimia, dan biologi, serta penggunaan dan aplikasi fakta, konsep, dan prinsip yang terkait dengan bidang ilmu ini. Ini merupakan akumulasi pengetahuan dari berbagai periode waktu dan mewakili proses penyelidikan ilmiah yang terus

²² Zuryanty et al., *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar* (Sleman: Penerbit Deepublish, 2020), Hal 14.

²³ Zuryanty et al., *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar*.

²⁴ T Torlakson, "Innovate: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, Mathematics in California Public Education.," *California Departement of Education*, 2014.

menghasilkan pemahaman baru. Pengetahuan yang dihasilkan dari ilmu ini menjadi fondasi untuk pengembangan teknologi dan rekayasa.

2) Teknologi (*Technology*)

Teknologi mencakup seluruh spektrum yang terdiri dari individu, organisasi, pengetahuan, proses, dan perangkat yang digunakan untuk membuat dan menjalankan artefak teknologi, termasuk artefak tersebut sendiri, meskipun bukan suatu disiplin ilmu secara khusus. Sepanjang sejarah manusia, teknologi telah diciptakan untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. Banyak teknologi modern berasal dari sains dan teknik, dan alat teknologi dibuat di kedua bidang ini.

3) Teknik (*Engineering*)

Teknik adalah sekumpulan pengetahuan yang berkaitan dengan rancangan dan pembuatan produk buatan manusia, serta metode untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dengan memperhitungkan berbagai batasan. Salah satu tantangan utama dalam bidang teknik adalah memahami dan mengintegrasikan prinsip-prinsip sains, yang mengatur hukum alam. Selain itu, ada berbagai kendala lain yang harus dipertimbangkan, seperti keterbatasan waktu, anggaran, ketersediaan bahan, aspek ergonomis, peraturan lingkungan, serta kemungkinan produksi dan perbaikan. Dalam praktiknya, teknik mengadopsi konsep-

konsep dari ilmu pengetahuan dan matematika, serta memanfaatkan alat-alat teknologi yang tersedia.

4) Matematika (*Mathematics*)

Matematika adalah bidang yang mempelajari pola dan bagaimana angka, jumlah, dan ruang berinteraksi satu sama lain. Matematika digunakan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Berbeda dengan sains, di mana bukti empiris diperlukan untuk mendukung atau menentang teori, argument logis yang didasarkan pada asumsi dasar memberikan bukti untuk mendukung atau menentang angka, aritmatika, aljabar, fungsi, geometri, statistik, dan probabilitas adalah semua konsep yang diajarkan di kelas matematika K-13.

d. Konsep Model STEM

Pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) adalah pendekatan pembelajaran yang terus berkembang yang bertujuan untuk mempersiapkan siswa dengan pemahaman mendalam dan keterampilan yang relevan dalam bidang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika. Untuk memahami model STEM dengan lebih baik, kita harus mempertimbangkan komponen utama yang membentuk kerangka kerja ini.

1) Integrasi Multidisiplin

Salah satu konsep sentral dari model STEM adalah integrasi multidisiplin.²⁵ Dalam pendekatan ini, ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika tidak diajarkan secara terpisah, melainkan diintegrasikan dalam suatu kerangka kerja yang saling mendukung. Integrasi ini menciptakan kesempatan bagi siswa untuk melihat keterkaitan antara berbagai konsep dan aplikasi dalam kehidupan nyata. Sebagai contoh, dalam sebuah proyek STEM, siswa dapat menggunakan pengetahuan matematika untuk merencanakan eksperimen ilmiah, dan teknologi untuk mengumpulkan data, serta rekayasa untuk merancang solusi.

2) Pembelajaran Berbasis Proyek

Konsep penting lainnya dalam model STEM adalah pendekatan berbasis proyek.²⁶ Siswa belajar melalui proyek-proyek yang berorientasi pada pemecahan masalah dunia nyata. Mereka mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, merakit prototipe, dan menguji solusi. Dalam konteks ini, mereka tidak hanya memahami konsep-konsep

²⁵ Satasha L. Green, *STEM Education: How to Train 21st Century Teachers*, STEM Education: How to Train 21st Century Teachers, 2014, hlm 3.

²⁶ Cici Meisi Karlina, Endang Susilowati, and Isma Aziz Fakhruddin, "Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PJBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri Di Era Pandemi Pada Materi Hidrosfer," *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA* 3, no. 1 (2023): 33–41, <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v3i1.270>.

dasar dari ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis seperti kerja tim, komunikasi, pemecahan masalah, dan berpikir kreatif. Pendekatan berbasis proyek ini memberikan siswa pengalaman langsung dalam menerapkan teori dalam situasi yang relevan.²⁷

3) Kolaborasi dan Komunikasi

Aspek penting lainnya dari model STEM adalah kolaborasi dan komunikasi. Dalam proses ini, siswa diajari untuk bekerja sama dalam tim, berbagi ide, dan memecahkan masalah. Dalam proses ini, mereka belajar berkomunikasi secara efektif, berbagi pemikiran, mendengarkan, dan bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Kolaborasi dan komunikasi adalah keterampilan penting dalam dunia nyata dan merupakan komponen penting dari pembelajaran STEM.

4) Relevansi Praktis

Model STEM memberikan relevansi praktis bagi siswa.

Mereka dapat melihat bagaimana konsep ilmu pengetahuan dan matematika digunakan dalam kehidupan dan dalam

²⁷ SYARIFAH RAHMIZA MUZANA, "PENGEMBANGAN MODEL E-STEM PjBL DALAM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI TIK DAN PEMECAHAN MASALAH SISWA SMP/MTsN," *Tesis*, no. 8.5.2017 (2022): 2003–5, <https://eprints.uny.ac.id/74160/1/disertasi-syarifah-rahmiza-muzana-17703261018.pdf>.

berbagai industri dan profesi. Ini membantu mengatasi pertanyaan umum "Mengapa saya perlu belajar ini?" dengan memberikan konteks dan pemahaman yang jelas tentang bagaimana pengetahuan tersebut dapat diaplikasikan dalam kehidupan mereka di masa depan. Pendidikan STEM berarti memberikan pendidikan yang relevan di bidang STEM secara terpisah serta mendorong pendekatan pendidikan yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika, dengan fokus pada penyelesaian masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari atau dalam pekerjaan.²⁸ Melalui pendidikan STEM, pendidik mempunyai kesempatan untuk mengajarkan konsep, prinsip, dan teknik STEM kepada siswa serta menerapkan konsep, prinsip, dan teknik tersebut secara terpadu pada pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Siswa dengan pendekatan pembelajaran STEM menggunakan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks dunia nyata yang menghubungkan sekolah, dunia kerja, dan masyarakat global, dengan tujuan meningkatkan literasi STEM sehingga mereka dapat bersaing dalam ekonomi pengetahuan yang sedang berkembang.

²⁸ Giyanto, Heliawati Eny, Bibin Rubini, *Sel Volta Dengan Pendekatan STEM-Modeling*, (Bogor: CV Lindan Bestari, 2020), hal 19

STEM melibatkan perolehan dan penerapan pengetahuan ilmiah, ekonomi dan sosial, serta pengetahuan dan keterampilan untuk merancang dan membangun mesin, peralatan, sistem, bahan dan proses yang efisien secara ekonomi dan ramah lingkungan. Pendidikan terpadu STEM tidak hanya bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan siswa dalam bidang sains, teknologi, teknik/desain dan matematika, namun juga menumbuhkan soft skill siswa seperti inovasi teknologi dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, pendidikan terpadu STEM bertujuan untuk membentuk masyarakat yang sadar akan pentingnya literasi STEM.

Tabel 2. Literasi STEM

Science	Technology
Biologi Kimia Fisika Biologi Laut Sains	Komputer Game Design Pusat Pengembangan Pengembangan Web/Perangkat Lunak
Engineering	Mathematic
Teknik Kimia Industri Teknik Sipil Teknik Komputer Teknik Listrik/Elektronik Rekayasa Umum Teknik Mesin (Rekayasa Mekanik)	Matematika Statistika-Kalkulus

(Sumber: <http://www.vedcmalang.com>)

Tiga dimensi mendukung kompetensi, menurut Rustaman (2015). Sebaliknya, literasi STEM terdiri dari empat elemen:

pengetahuan, proses, konteks, dan sikap. Empat elemen ini berfungsi sebagai tiga dimensi dari kompetensi lainnya.²⁹ STEM juga mendukung konsep lintas sektoral, disiplin, praktik ilmiah, ide inti empat dan teknik.

Tabel 3 Literasi STEM

Empat Disiplin Ilmu STEM	Literasi
<i>Science</i>	Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya
<i>Technology</i>	Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk bagaimana teknologi baru individu, masyarakat, negara mempengaruhi bangsa, dan negara
<i>Engineering</i>	Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran.
<i>Mathematics</i>	Kemampuan dalam menganalisis alasan dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi berbeda

²⁹ Kumano, Y. and Goto, M. 2015. Issues Concerning Scientific Processes in Science Lessons Involving Outdoor and Indoor Activities: a Comparative Study of Scientific Processes in Japanese Science Classes and the Chronological Development of Scientific Processes in the US through NGSS. Paper presented in USA, held in January, 2015. Inovasi pendidikan tingkatkan daya saing (2015, July 15). Kompas, p.12.

e. Tujuan Pembelajaran STEM

Selain itu, pembelajaran STEM memiliki sejumlah tujuan utama yang dirancang untuk memberikan manfaat yang signifikan bagi siswa dan masyarakat secara umum. Berikut adalah beberapa tujuan utama pembelajaran STEM:³⁰

1) Pemahaman yang mendalam tentang sains dan matematika.

Salah satu tujuan utama pembelajaran STEM adalah membantu siswa mengembangkan pemahaman mendalam tentang konsep dan prinsip sains dan matematika. Ini mencakup pemahaman mendasar tentang sains, teknologi, teknik dan matematika yang diperlukan untuk memenuhi tantangan masa depan.

2) Pemecahan Masalah. STEM bertujuan untuk

mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang kuat. Siswa diajarkan untuk mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, merakit prototipe, dan mencari solusi yang efektif. Tujuannya adalah mempersiapkan siswa untuk menghadapi masalah dunia nyata yang kompleks.

3) Kreativitas serta inovasi. Pembelajaran STEM menstimulasi

anak didik untuk berpikir kreatif dan berinovasi. Mereka

³⁰ Berliany Nuragnia, Nadiroh, and Herlina Usman, "Pembelajaran Steam Di Sekolah Dasar : Implementasi Dan Tantangan," *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 6, no. 2 (2021): 187–97, <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>.

diajarkan untuk melihat tantangan dari sudut pandang berbeda dan mengembangkan solusi inovatif. Kreativitas merupakan aspek penting dari sains, teknologi, teknik dan matematika.

4) Integrasi mata pelajaran. STEM bertujuan untuk mengintegrasikan 4 disiplin ilmu ke dalam kerangka kerja yang saling berhubungan. Tujuannya adalah untuk menunjukkan bahwa sains dan matematika tidak berdiri sendiri-sendiri, namun saling terkait dan dapat diterapkan bersama-sama.

5) Kolaborasi dan komunikasi. STEM menekankan pentingnya kerja tim dan komunikasi yang efektif. Peserta didik diajarkan untuk bekerja sama dalam proyek, berbagi ide, dan mempresentasikan temuan mereka. Keterampilan kolaborasi dan komunikasi penting dalam pekerjaan dan kehidupan

sehari-hari.³¹

6) Relevansi Praktis. Tujuan penting dalam pembelajaran STEM adalah memberikan siswa pemahaman tentang bagaimana konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika dapat diaplikasikan dalam situasi dunia nyata. Hal ini

³¹ Nida'ul Khairiyah, Pendekatan Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) (Medan:Guepedia, 2019). 70

membantu siswa dalam melihat relevansi praktis dari yang mereka pelajari didalam kehidupan mereka sehari-hari.

- 7) Persiapan untuk Pekerjaan di Bidang STEM. Pembelajaran STEM juga bertujuan untuk mempersiapkan siswa yang berminat untuk mengejar karir di bidang STEM. Ini melibatkan pengembangan keterampilan dan pengetahuan yang dapat diterapkan dalam pekerjaan di ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika.

Berdasarkan hasil identifikais yang dilakukan oleh *President's Council of Advisors on Science and Technology-PCAST* Amerika terdapat empat tujuan utama integrasi pendidikan STEM, seperti terlihat dalam tabel berikut.³²

Tabel 4. Tujuan STEM

Memastikan STEM berkemampuan	Tujuan ini menjelaskan bahwa pendidikan STEM bertujuan untuk membekali semua orang, bukan hanya mereka yang berprofesi di bidang STEM, dengan "pengetahuan, pemahaman konseptual, dan keterampilan berpikir kritis". Pengetahuan dan keterampilan ini penting untuk membantu mereka memahami dunia di sekitar mereka, dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari.
Membangun tenaga kerja STEM di tingkat mahir	Dimaksudkan mempersiapkan generasi muda untuk masa depan yang membutuhkan keahlian dan pengetahuan STEM. Hal ini membutuhkan tenaga pengajar yang memadai dan berkualitas. Selain itu, pendidikan STEM harus fokus

³² Lusy Rahmawati, "PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM MATERI MENINGKATKAN KEMAMPUAN DESAIN DAN LITERASI, 2020 https://eprints.uny.ac.id/72125/1/tesis-lusy_rahmawati-18726251010.pdf.

	pada pengembangan keterampilan yang relevan dan dapat diterapkan di berbagai bidang pekerjaan, regardless of whether they are directly related to STEM subjects.
Menumbuhkan ahli STEM masa depan	STEM memiliki tujuan penting untuk memberikan pengetahuan kepada para ahli di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Para ahli ini memainkan peran krusial dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan kemajuan teknologi. Kontribusi mereka membantu kita memahami diri sendiri dan alam semesta dengan lebih baik.
Mempersempit kesenjangan pendidikan	Memperluas kesempatan bagi perempuan dan kelompok minoritas dalam pendidikan dan pelatihan STEM dan Menumbuhkan minat dan motivasi mereka untuk mengejar karir di bidang STEM

Selain itu, dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, Pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik agar memahami tentang STEM ,sehingga peserta didik mempunyai:³³

- 1) Kompetensi, sikap, dan keterampilan yang diperlukan untuk melakukan investigasi, menyikapi permasalahan dan fenomena kehidupan secara logis, serta menghasilkan kesimpulan menarik tentang isu STEM yang berdasarkan bukti;

³³ Nida'ul khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM)* (Medan: Spasi Media, 2019), https://www.google.co.id/books/edition/Pendekatan_Science_Technology_Engineerin/XWn7DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=sejarah+pendekatan+STEM&printsec=frontcover.

- 2) memahami bahwa STEM merupakan bidang penemuan dan penciptaan pengetahuan manusia;
- 3) kesadaran akan dampak disiplin STEM terhadap aspek struktur material, lingkungan, budaya, dan intelektual;
- 4) bersemangat untuk mempelajari isu-isu STEM (seperti keterbatasan sumber daya alam, kualitas lingkungan, efisiensi energi, teknologi, teknik, dan matematika) untuk menjadi warga negara yang bertanggung jawab dan menggunakan teknologi ilmiah.

f. Langkah Pembelajaran STEM

Pembelajaran STEM memiliki banyak fase yang dapat digunakan dalam proses pendidikan. M. Syukri membagi langkah-langkah STEM menjadi lima: observasi (pengamatan), ide baru (ide baru), inovasi (inovasi), kreativitas (kreasi), dan masyarakat (nilai).³⁴

1) *Observe* (Pengamatan)

Pada tahapan pengamatan ini siswa dimotivasi agar dapat mengamati berbagai permasalahan, isu maupun fenomena alam dan lingkungan yang terjadi dalam kehidupan sehari-

³⁴ Syukri, M., Halim, L., Meerah, T. S. M., & FKIP, U. (2013, March). Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thinking 'ESciT': Satu Perkongsian Pengalaman dari UKM untuk ACEH. *In Aceh Development International Conference*(pp. 26-28).

hari yang berhubungan dengan konsep STEM dan materi yang akan dipelajari.

2) *New Idea* (Ide Baru)

Pada tahapan ide baru siswa diminta untuk menemukan informasi-informasi tambahannya yang berhubungan dengan permasalahan, isu maupun fenomena alam/lingkungan dan selanjutnya siswa dituntut untuk menemukan ide-ide baru. Pada kegiatan ini siswa diminta untuk melakukan menganalisis.

3) *Inovation* (Inovasi)

Pada tahapan inovasi ini siswa diminta untuk menjabarkan hal-hal yang telah disusun ke dalam bentuk langkah perencanaan ide yang dapat digunakan dalam sebuah alat.

4) *Creativity* (Kreasi)

Pada kegiatan kreasi ini siswa melaksanakan hasil rancangan yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya.

5) *Society* (Nilai)

Pada tahapan nilai siswa diminta untuk menemukan nilai apa saja yang telah dihasilkan dalam ide yang berguna bagi proses kehidupan nyata siswa.

Torlakson menyatakan bahwa model pembelajaran STEM memiliki delapan tahap pelaksanaan di kelas, yaitu :³⁵

1) Ajukan pertanyaan dan pemecahan masalah

Dalam tahap pertama pembelajaran STEM, siswa diminta untuk melihat berbagai fenomena atau isi yang terjadi, lalu menemukan pertanyaan tentang fenomena tersebut. Mereka juga dimotivasi untuk memecahkan masalah dan mencoba menjelaskan masalah yang mereka hadapi.

2) Membuat dan menerapkan model

Setelah melakukan observasi dan mendapatkan informasi tentang fenomena sains, tahap kedua pembelajaran STEM adalah mengembangkan dan menggunakan model atau contoh. Dalam tahap ini, peserta didik diminta untuk melihat melalui model dan simulasi untuk membantu mengembangkan informasi yang mereka amati .

3) Menyusun dan melakukan penyelidikan

Dalam tahap ketiga pembelajaran STEM, siswa diminta untuk merencanakan dan melakukan penjelasan ilmiah untuk mengumpulkan data.

4) Menganalisis dan menafsirkan data

³⁵ Torlakson, "INNOVATE: Ablueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education", (California: California Departement of Education), 2014.hlm. 20

Selanjutnya, dalam tahap keempat model pembelajaran STEM, siswa melakukan penjelasan ilmiah dan mengumpulkan data, lalu menganalisis dan menafsirkan data tersebut.

5) Menggunakan matematika dan komputasi

Pada tahap kelima model pembelajaran STEM, peserta diajarkan menggunakan pemikiran matematika dan komputasi untuk membuat simulasi dan menganalisis data.

6) Membangun penjelasan dan merancang solusi

Peserta didik mampu membuat penjelasan dan merancang solusi terkait kegiatan pembelajaran yang sedang mereka pelajari. Setelah itu, mereka dapat membuat solusi baru untuk masalah yang ditemukan selama proses pembelajaran.

7) Teori dan bukti

Pada tahap ketujuh, siswa berdebat untuk menjelaskan ide-ide pembelajaran, menemukan solusi terbaik untuk masalah, dan kemudian memperkuat kesimpulan mereka dengan bukti data yang kuat.

8) Memperoleh, memutar, dan mengkomunikasikan informasi

Tahap terakhir dari pendekatan pembelajaran STEM adalah peserta didik memperoleh informasi tentang pembelajaran yang telah mereka pelajari, kemudian mengomunikasikan

dan dapat berkomunikasi dan kesimpulan menarik tentang temuan mereka.

Didalam buku pendekatan STEM dalam pembelajaran modern karya Rahmi Agustina dijelaskan 8 tahapan pelaksanaan STEM dikelas, dapat dilihat pada bagan berikut ini:³⁶

Tabel. 5 Bagan Sintaks Pembelajaran STEM

No	Fase Tahapan STEM	Sintaks Pendekatan STEM
1	Orientasi	Memaparkan tujuan awal pembelajaran yang akan dilakukan kepada siswa.
2	Apersepsi	Memberikan motivasi kepada siswa dengan memberi penjelasan tentang pentingnya mempelajari materi yang akan diajarkan
3	<i>Reflection</i> (Refleksi)	Siswa mengamati demonstrasi yang dilakukan oleh guru kemudian siswa menanggapi dengan memberikan komentar secara kritis tetapi santun.
4	<i>Research</i> (Penelitian)	<ul style="list-style-type: none"> a. Membentuk kelompok yang beranggota 5-6 siswa b. Memahami dan mempelajari LKPD c. Berdiskusi dalam kelompok dan menemukan masalah terkait dengan konsep yang sedang dipelajari.
5	<i>Discovery</i> (Penemuan)	<ul style="list-style-type: none"> a. Siswa secara kelompok mendesain rancangan yang telah di diskusikan b. Siswa menuliskan semua ide/rencana dari setiap anggota kelompok c. Siswa menggambarkan rancangannya sesuai panduan yang terdapat di LKPD

³⁶ Rahmi Agustina, *Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran Modern*, ed. Irwandi and Hani Wijayanti (Sukabumi: CV jejak, 2023). Hlm. 20

		d. Siswa mengkonsultasikan rancangan percobaannya kepada guru dan memperbaiki rancangannya jika ada yang salah atau kurang.
6	<i>Aplication</i> (Penerapan)	a. Siswa melakukan diskusi dalam kelompok untuk mengolah hasil uji coba dan membuat laporan b. Guru memonitor aktivitas yang penting dari siswa selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang telah disiapkan.
7	<i>Communication</i> (Komunikasi)	Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, kelompok yang lain memperhatikan dan menanggapi dengan memberikan masukan secara santun.
8	penutup	a. Siswa membuat kesimpulan tentang materi yang diajarkan b. Guru memberikan apresiasi terhadap kegiatan yang sudah dilakukan, khususnya kepada kelompok yang sudah presentasi dan siswa yang aktif dalam kegiatan c. Guru melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan dengan menegaskan kembali

2. Keterampilan STEM dalam Pembelajaran Sains

a. Pengertian keterampilan STEM

Keterampilan STEM adalah keterampilan yang mencakup pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Keterampilan STEM diperlukan

untuk memecahkan masalah, berpikir kritis, dan berinovasi dalam kehidupan sehari-hari.³⁷

STEM perlu diajarkan sejak dini dikarenakan STEM mampu melatih kemampuan berpikir, kritis, logis dan analitis siswa. STEM dapat dijadikan pembelajaran yang menyenangkan karena pada hakikatnya STEM didesain dengan sesuai karakteristik siswa. Oleh sebab itu siswa harus dilatih untuk menguasai keterampilan dasar STEM yang terdiri dari mendorong siswa bertanya, bekerja sama siswa (ikut terlibat dalam kegiatan siswa), mendorong siswa menyelesaikan masalah (problem solving), mendorong siswa mengeksplorasi, menguji solusi dan menemukan cara baru.³⁸

b. Dasar-dasar keterampilan STEM

STEM harus diajarkan sejak usia dini karena STEM dapat mengembangkan kemampuan berpikir, kritis, logistik, dan analitis siswa. STEM dapat menjadi pembelajaran yang menyenangkan karena pada dasarnya STEM dirancang sesuai dengan karakteristik siswa. Oleh karena itu, siswa harus dilatih untuk menguasai keterampilan dasar STEM, yang meliputi menumbuhkan inkuiri siswa, mendorong kolaborasi siswa (terlibat aktif dalam kegiatan siswa), mendorong siswa memecahkan masalah (*problem-solving*), memotivasi siswa

³⁷ Dewi Sartika, "Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan," *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 3, no. 3 (2019): 89–93.

³⁸ Zuryanty et al., *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar*, hlm 42.

untuk bereksplorasi, menguji solusi, dan menemukan pendekatan baru dilatih untuk menguasai keterampilan dasar STEM , yang meliputi menumbuhkan inkuiri siswa , mendorong kolaborasi siswa (terlibat aktif dalam kegiatan siswa), mendorong siswa memecahkan masalah (problem-solving), memotivasi siswa untuk bereksplorasi , menguji solusi, dan menemukan pendekatan baru. Adapun penjelasannya sebagai berikut:³⁹

1. Memotivasi siswa untuk mengajukan pertanyaan

Sebelum kegiatan guru memulai tanya jawab, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh guru mengenai STEM.

- a. Seorang guru harus memiliki pemahaman menyeluruh tentang konsep STEM. tentang konsep STEM . Hal ini karena STEM merupakan pendekatan pendidikan yang memposisikan yang memposisikan siswa baik sebagai subjek maupun objek pembelajaran. STEM mendorong siswa untuk secara aktif mencari solusi terhadap permasalahan.

- b. Perubahan mindset. Ada beberapa aspek yang perlu diubah oleh guru mengenai mentalitas, yaitu :beberapa aspek yang perlu diubah oleh guru mengenai mentalitas, yaitu :

³⁹ Zuryanty et al., *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar*. Hlm 43

1) Seorang guru adalah seorang fasilitator. Artinya guru bukanlah satu - satunya sumber belajar di dalam kelas .ituguru bukanlah satu - satunya sumber pembelajaran di dalam dirinyakelas.

2) Guru guru tidak diperbolehkan menjelaskan materi pembelajaran sejelas - jelasnya kepada siswa. Dalam situasi ini pembelajaran bukanlah suatu proses transmisi pengetahuan melainkan interpretasi pengetahuan.

3) Guru harus menyadari bahwa proses pembelajaran tidak terbatas pada ruangan kelas, tetapi dapat dilakukan di berbagai tempat dan waktu.

4) Guru perlu menyadari bahwa pembelajaran tidak hanya berkaitan dengan pengetahuan, tetapi juga melibatkan proses pengembangan keterampilan.

5) Pembelajaran dapat berkembang secara kolaboratif

6) Pembelajaran dapat dijalankan oleh individu mana pun.

c. Guru perlu memahami sifat-sifat khas STEM.

d. Guru harus memiliki kemampuan untuk menyusun kegiatan yang melibatkan proses pengamatan. Mengamati merupakan suatu aktivitas yang melibatkan penggunaan indera untuk memperhatikan untuk

memperhatikan sesuatu. Tujuan dari kegiatan mengamati ini adalah agar siswa dapat meningkatkan ketelitian, ketekunan, dan kemampuan mencari informasi .

e. Seorang guru harus mampu memancing pertanyaan dari siswanya. Pertanyaan yang diprioritaskan adalah pertanyaan yang bersifat investigatif. Seorang guru harus mampu memberi dorongan kepada siswanya untuk bertanya. Adapun untuk kegiatan yang dapat dilakukan oleh guru antara lain:

- 1) Menyajikan suatu masalah, masalah, atau, fenomena yang tidak diketahui siswa
- 2) Siswa diberikan kesempatan untuk menerima serangkaian kata dalam bentuk pertanyaan. Contohlah sebuah pertanyaan yang menggunakan kata "banjir".
- 3) Menyampaikan pertanyaan yang mengundang tanggapan, misalnya, apa yang menyebabkan banjir ini ?
- 4) Dalam proses observasi , siswa dari kelompok lain diminta memberikan pertanyaan kepada kelompok yang tampil .

- 5) Setiap hari, siswa menjalani pelatihan untuk menyelesaikan pertanyaan.
 - 6) Siswa menggunakan ungkapan frasa “bagaimana jika” atau “bagaimana jika tidak”.
 - 7) Setiap hari siswa diminta untuk menyampaikan pertanyaan.
 - 8) Memberikan penghargaan kepada siswa yang aktif mengajukan pertanyaan.
2. Berkolaborasi dengan siswa (berpartisipasi aktif dalam kegiatan siswa)

Selama proses STEM, guru bertindak sebagai fasilitator. Guru memfasilitasi siswa dalam proses menemukan informasi. Hal ini tidak semata-mata berarti guru sekedar memfasilitasi siswa dalam mencari informasi.

Guru juga secara aktif terlibat dan berkolaborasi dengan siswa dalam membantu mereka menemukan informasi.

Kerjasama merupakan upaya kolektif yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Guru bekerja sama dengan siswa untuk memecahkan masalah dalam suatu kelompok dan memberikan motivasi, informasi, dan semangat kepada siswa. Dalam arti arti

sempit, kerjasama disini untuk membantu siswa dalam mencari informasi.

Kerja sama memiliki signifikansi yang sangat penting. Salah satu tujuan STEM adalah untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif. Tanpa kerjasama, proses diinginkan pembelajaran STEM tidak dapat tercapai. Salah satu tujuan STEM adalah untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif. Dengan melatih siswa untuk berkolaborasi, keterampilan STEM yang diinginkan dapat tercapai. Kolaborasi antara guru dan siswa juga menunjukkan bahwa STEM merupakan proses pembelajaran yang dapat dilakukan oleh siapa saja, kapan saja.

Untuk meningkatkan kerja sama siswa, perlu diberikan perhatian dan pengembangan pada keterampilan sosial mereka. Keterampilan sosial mencakup nilai - nilai kerjasama yang diharapkan dapat diinternalisasikan oleh siswa. Beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai internalisasi nilai kerja sama adalah:

- a. Memiliki keyakinan diri yang kuat dan kemampuan untuk saling memahami
- b. Komunikasi yang efektif.
- c. Memberikan dukungan dan menerima dengan baik.

d. Saling menghormati

3. Mendorong siswa untuk menyelesaikan tugas pemecahan masalah.

Tujuan pembelajaran STEM adalah untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Pemecahan masalah merupakan kemampuan yang harus dikembangkan sejak usia dini. Ada beberapa metode untuk melatih ini kepada siswa, yaitu:

- a. Menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman yang pada saat proses penerimaan siswa. Memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kesalahan bukanlah tindakan yang salah. Pendidikan bertujuan untuk mengembangkan keterampilan siswa untuk hidup, bukan menghasilkan siswa yang bebas dari kesalahan.
- b. Guru perlu memiliki pemahaman dan keahlian yang mendalam tentang esensi perkembangan anak. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran dan kemajuan siswa dengan memberikan tugas yang sesuai dengan perkembangan siswa.
- c. Guru harus berperan sebagai contoh yang baik bagi siswa. Ketika guru menemui masalah, mereka harus

menanganinya dengan bijak di depan siswanya . Dengan demikian secara otomatis siswa akan mencontoh sikap gurunya dan jika guru melakukan sebaliknya dalam menangani masalah dengan tidak bijaksana, siswa akan mengikuti tindakan guru tersebut

- d. Buatlah komunikasi yang melibatkan pertukaran informasi dua arah. Komunikasi tidak hanya berfungsi sebagai wadah untuk melampiaskan emosi , namun juga memerlukan respon yang tegas dan memberikan dukungan yang positif kepada siswa.
- e. Ciptakanlah sebuah pengalaman belajar yang konstruktif dan bermanfaat.

Ada beberapa metode untuk mendukung siswa dalam menyelesaikan masalah, yaitu:

- a. Mengembangkan empati

Siswa sekolah sudah memahami pengertian empati, namun tidak menutup kemungkinan juga rasa empati tersebut ada oleh egosentrisme. Namun, guru dapat menumbuhkan empati siswa.⁴⁰

- b. Asah keterampilan

⁴⁰ Suparno, P. (2001). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius

Asah kemampuan siswa dalam membedakan dan memilih situasi dengan cara mengajukan pertanyaan. Tujuannya adalah untuk memungkinkan siswa mengidentifikasi dan mungkin mencegah timbulnya masalah.

- c. Atasi permasalahan dengan berkomunikasi secara verbal.

Guru guru harus memberikan contoh kepada siswa mengenai konsep pengendalian diri dan mendorong mereka untuk terlibat dalam diskusi jika mereka menghadapi masalah.⁴¹

- d. Masalah identifikasi

Seorang guru harus mampu membimbing siswanya untuk mengidentifikasi kesalahan yang dilakukannya dan menentukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

- e. Tidak terlalu ikut campur

Ketika siswa menemui kesulitan, guru hendaknya mengarahkan siswa untuk menyelesaikan masalahnya secara mandiri dengan tetap dalam pengawasan guru.

4. Mendorong siswa mengeksplorasi

⁴¹ Sardiman, A. M. (2012). *Interaksi & Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.

Eksplorasi bertujuan untuk mengembangkan semua kompetensi yang dimiliki siswa untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Ada beberapa cara untuk mendorong siswa untuk mengeksplorasi dirinya yaitu:⁴²

a. Meminta siswa untuk mengalami

Kegiatan ini dapat dilakukan melalui observasi dan pelaksanaan tindakan. Contohnya, mengundang siswa untuk melakukan penjelajahan lingkungan sekolah. Selain itu siswa juga dapat diminta untuk melakukan kegiatan praktik seperti membuat taman mini di sekolah.

Kegiatan ini juga dapat dilaksanakan dalam bentuk penugasan wawancara atau membuat video. Hal ini juga dapat distimulan dengan memberikan tugas yang bersifat produktif, imajinatif dan terbuka.

1) Produktif

Produktif berarti mendorong siswa untuk melakukan eksperimen, observasi, dan penyelidikan. Sebagai pengamatan terhadap aliran yang terhambat pada saluran air limbah.

2) Imajinatif.

⁴² Dimyati, & Mudjiono. (2006). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.

Imajinatif berarti mendorong siswa untuk melakukan aktivitas yang melibatkan imajinasi. Sebagaimana proses menggambar.

3) Terbuka

Terbuka berarti mendorong siswa untuk menggunakan kemampuan berpikir kreatif dalam merespons pertanyaan yang diberikan.

b. Ajak siswa berinteraksi

Ciptakanlah suasana belajar yang menyenangkan sehingga siswa dengan mudah dapat berinteraksi dengan guru.

c. Mengajak siswa untuk berkomunikasi.

Proses komunikasi juga dapat dilaksanakan pada pelaporan hasil pengamatan.

d. Mendorong siswa untuk berefleksi

Kegiatan ini fokus pada penilaian terhadap proses pembelajaran. Pada kegiatan ini guru dan siswa secara bersama - sama mengevaluasi kegiatan yang telah dilakukan. Guru dapat memandu siswa dalam melakukan penilaian diri sendiri.

5. Menguji solusi

Pada kegiatan ini, siswa diberi pelatihan untuk menguji solusi yang cocok dengan permasalahan yang

dihadapi. Alternatif alternative permasalahan yang diperoleh merupakan hasil perpaduan pemahaman dan diskusi yang komprehensif, dan menjadi solusi terbaik.

c. Cara menerapkan keterampilan STEM dalam pembelajaran sains

Cara menerapkan keterampilan STEM dalam pembelajaran sains dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:⁴³

- 1) Menggunakan masalah kontekstual: Masalah kontekstual adalah masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Menggunakan masalah kontekstual saat belajar sains dapat membantu siswa memahami konsep sains secara lebih mendalam dan bermakna
- 2) Menerapkan pembelajaran berbasis proyek: Pembelajaran berbasis proyek adalah metode pendidikan yang melibatkan siswa dalam kegiatan proyek untuk menyelesaikan masalah atau menjawab pertanyaan. Tujuan dari pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan STEM adalah untuk meningkatkan pemahaman ilmiah siswa, mendorong kreativitas, dan

⁴³ M. Jaya Adi Putra, *Pembelajaran STEM Terintegrasi*, ed. Nurul Afiqah, 1st ed. (Solok: PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA, 2023), hlm 47.

meningkatkan kemampuan mereka untuk berpikir kritis dan bekerja sama.⁴⁴

- 3) Menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri Pembelajaran berbasis inkuiri melibatkan siswa dalam kegiatan penyelidikan untuk menemukan jawaban. Ini berpotensi meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah.⁴⁵
- 4) Menerapkan pembelajaran berbasis masalah Pembelajaran berbasis masalah melibatkan siswa dalam kegiatan pemecahan masalah. Studi menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan dengan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) STEM yang terintegrasi.⁴⁶

3. Dampak Inovatif Pembelajaran STEM

Dalam konteks pembelajaran STEM, penekanan pada aspek inovatif menjadi krusial karena tidak hanya memengaruhi hasil belajar siswa, tetapi juga memicu perkembangan kemampuan kritis dan kreatif

⁴⁴ Fathoni et al., "STEM : Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi."

⁴⁵ Astrid Kinantya Paramita, Yahmin Yahmin, and I Wayan Dasna, "Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Untuk Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA Pada Materi Laju Reaksi," *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 5, no. 11 (2021): 1652, <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i11.14189>.

⁴⁶ Fida Rahmantika Hadi, "Efektifitas Model Pbl Terintegrasi STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas V SD," *Jurnal Pendidikan Tambusai* 5, no. 3 (2021): 6644–49, <https://doi.org/10.31004/jptam.v5i3.2005>.

mereka. Dampak inovatif pembelajaran STEM mencakup sejumlah elemen penting, di antaranya adalah peningkatan prestasi belajar siswa, pengembangan keterampilan berpikir kritis dan analitis, serta penguatan kemampuan berkolaborasi dan berkomunikasi.

Penerapan model pembelajaran STEM secara efektif dapat memberikan rangsangan yang mendalam terhadap siswa untuk menjelajahi, mengeksperimen, dan menemukan solusi terhadap masalah-masalah kompleks yang dihadapi dalam konteks sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Melalui pendekatan interdisipliner yang ditawarkan oleh STEM, siswa diajak untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai bidang sehingga memungkinkan mereka untuk menghasilkan solusi inovatif yang relevan dalam kehidupan nyata.

Selain itu, dampak inovatif pembelajaran STEM juga tercermin dalam peningkatan minat siswa terhadap mata pelajaran sains dan teknologi serta pengembangan sikap yang positif terhadap pembelajaran. Keaktifan siswa dalam menjalani proses eksplorasi dan penemuan dalam pembelajaran STEM akan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan memotivasi mereka untuk terus berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

Dampak inovatif pembelajaran STEM tidak hanya mencakup aspek prestasi akademik siswa, tetapi juga mempengaruhi perkembangan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja

masa depan. Penelitian oleh Bybee mengatakan bahwa model pembelajaran STEM efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains dan matematika, dengan menciptakan pengalaman belajar yang lebih berarti dan kontekstual.⁴⁷ Sebuah studi yang dilakukan oleh *National Research Council* juga menemukan bahwa siswa yang terlibat dalam pembelajaran STEM memiliki tingkat kepercayaan diri yang lebih tinggi dalam menyelesaikan tugas-tugas yang kompleks dan berorientasi pada masalah.⁴⁸

Menurut Hmelo-Silver, pembelajaran STEM mempromosikan pemecahan masalah yang berbasis pengetahuan dan keterampilan, yang mendorong siswa untuk berpikir secara kreatif dan mencari solusi yang inovatif.⁴⁹ Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang dampak inovatif pembelajaran STEM tidak hanya penting untuk mengevaluasi efektivitas model pembelajaran tersebut, tetapi juga memberikan pandangan yang berharga tentang kontribusinya terhadap pengembangan kualitas pendidikan sains dan teknologi di masa depan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran STEM memiliki dampak positif pada pengembangan keterampilan relevan pada siswa. Sehingga, pembelajaran STEM perlu diimplementasikan

⁴⁷ Bybee, R. W. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. (Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press, 2013).

⁴⁸ National Research Council. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. (National Academies Press, 2011)

⁴⁹ Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2015). "Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-Based Technology Integration Reframed." *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186–209.

secara lebih luas dan efektif untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan mempersiapkan siswa untuk masa depan yang penuh dengan tantangan dan peluang.

G. Sistematika Pembahasan

Penelitian ini disusun dalam lima bab dengan sistematika yang logis dan runtut. Setiap bab memiliki fokus dan tujuan yang jelas, dan saling berkaitan satu sama lain. Kerangka penelitian ini membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian secara efektif dan efisien.

Bab pertama membahas alasan mengapa penelitian ini menarik dan mengenali permasalahan melalui rumusan masalah yang terdiri dari dua pertanyaan penelitian. Selain itu, bab ini menguraikan tujuan, manfaat, dan relevansi penelitian. Telaah pustaka juga disajikan untuk menegaskan kebaruan penelitian ini. Dilanjutkan dengan eksposisi teori yang akan digunakan sebagai alat analisis, bab ini ditutup dengan sistematika pembahasan yang akan diikuti.

Selanjutnya, Bab kedua membahas secara rinci metode penelitian yang digunakan oleh peneliti, termasuk alasan dan jenis penelitian yang dipilih, desain, lokasi, populasi, dan sampel, serta teknik pengumpulan data dan definisi konsep dan variable.

Bab ketiga penulis akan menjelaskan dan menjabarkan tentang pembahasan hasil penelitian dan temuan penelitian. Klasifikasi bahasan disesuaikan dengan pendekatan, sifat penelitian, dan rumusan masalah atau

fokus penelitiannya. Analisis pertama penulis akan membahas hasil wawancara dan observasi yang dilakukan terhadap informan. Selanjutnya, pemaparan tentang pembahasan dan temuan penulis terkait dengan persepsi guru terhadap model STEM dalam pembelajaran sains, bagaimana penerapan skill guru dalam mengimplemntasikan model STEM dalam pembelajaran sains. Dan yang terakhir adalah tentang apa dampak yang dirasakan oleh guru dari penerapan model STEM dalam pembelajaran.

Bagian keempat atau bagian penutup, menyajikan kesimpulan dan saran dari penelitian. Penulis akan membahas secara ringkas semua temua penelitian terkait masalah

BAB IV

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan analisis data di atas, dapat disimpulkan bahwa:

Penerapan Model STEM:

1. Penerapan model STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) membawa konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu ke dalam satu kesatuan pembelajaran yang terpadu. Dalam pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar tentang sains secara terpisah, tetapi juga melihat bagaimana konsep-konsep tersebut terkait satu sama lain dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, ketika mereka mempelajari tentang gaya dan gerak, mereka tidak hanya belajar tentang teori fisika, tetapi juga melihat bagaimana prinsip-prinsip tersebut diterapkan dalam desain jembatan atau kendaraan. Hal ini memberikan pengalaman praktis yang kaya dan relevan bagi siswa, karena mereka dapat melihat langsung bagaimana ilmu pengetahuan diterapkan dalam situasi dunia nyata. Dengan demikian, penerapan model STEM memperkaya proses belajar mengajar dengan menyediakan konteks yang lebih berarti dan memotivasi bagi siswa untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi sains.
2. Pendekatan STEM dalam pembelajaran sains memfasilitasi *transfer of learning* yang efektif antara konsep-konsep sains dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Guru berperan sebagai fasilitator yang membantu

siswa mengaitkan apa yang mereka pelajari di kelas dengan situasi nyata di luar kelas. Misalnya, ketika siswa mempelajari tentang prinsip energi dalam fisika, mereka mungkin melakukan eksperimen untuk merancang dan membangun model sederhana dari sistem energi terbarukan, seperti turbin angin atau panel surya. Melalui proses ini, siswa tidak hanya memahami konsep-konsep teoritis, tetapi juga melihat bagaimana ilmu pengetahuan dapat digunakan untuk memecahkan masalah dunia nyata. Dengan demikian, pendekatan STEM memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan yang mereka pelajari dalam konteks nyata, memperkuat pemahaman mereka dan mempersiapkan mereka untuk sukses di masa depan.

3. Pembelajaran sains berbasis STEM tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang penting bagi kesuksesan siswa di dunia yang terus berubah. Salah satu keterampilan utama yang dikembangkan melalui pendekatan STEM adalah berpikir kritis. Siswa diajak untuk mengajukan pertanyaan, menganalisis informasi, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti yang ada. Selain itu, kreativitas juga ditekankan, dengan siswa didorong untuk menemukan solusi inovatif untuk masalah yang kompleks. Kolaborasi juga menjadi keterampilan penting, dengan siswa belajar bekerja sama dalam tim untuk mencapai tujuan bersama. Guru memiliki peran krusial dalam membentuk lingkungan pembelajaran yang memungkinkan pengembangan keterampilan ini, dengan merancang

aktivitas pembelajaran yang interaktif, relevan, dan memotivasi. Dengan demikian, pembelajaran sains berbasis STEM tidak hanya memberikan pengetahuan tentang konsep-konsep sains, tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk sukses di dunia yang terus berubah.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Meningkatkan pelatihan dan dukungan untuk guru

Untuk meningkatkan efektivitas Model STEM dalam pembelajaran sains, pelatihan dan dukungan yang tepat bagi guru sangatlah penting. Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa cara:

a. Pertama, memberikan pelatihan yang komprehensif dan berkelanjutan kepada guru tentang Model STEM. Pelatihan ini harus mencakup pedagogi, metodologi, dan strategi penilaian yang tepat untuk pembelajaran STEM. Guru perlu memahami bagaimana merancang dan melaksanakan proyek STEM yang efektif, serta bagaimana menilai kemajuan siswa dalam konteks pembelajaran STEM.

b. Kedua, menyediakan sumber daya dan panduan yang mudah diakses untuk membantu guru dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran STEM. Sumber daya ini dapat berupa modul pelatihan online, buku pegangan, contoh proyek STEM, dan video tutorial.

Guru harus memiliki akses ke berbagai sumber daya yang dapat membantu mereka dalam menerapkan Model STEM dengan sukses.

- c. Ketiga, menciptakan komunitas belajar profesional di mana guru dapat berbagi pengalaman dan praktik terbaik dalam menerapkan Model STEM. Komunitas ini dapat berupa forum online, grup diskusi, atau pertemuan tatap muka. Guru dapat saling belajar dari pengalaman satu sama lain dan mendapatkan tips dan saran untuk menerapkan Model STEM di kelas mereka.
2. Mengembangkan kurikulum dan proyek STEM yang kontekstual. Kurikulum STEM harus selaras dengan standar pendidikan nasional yang berlaku. Hal ini memastikan bahwa siswa mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan dan target pembelajaran nasional. Kurikulum yang dikembangkan juga harus dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan dan minat siswa di berbagai tingkatan. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan analisis kebutuhan siswa, serta melibatkan siswa dalam proses pengembangan kurikulum. Proyek STEM yang dirancang harus relevan dengan kehidupan nyata dan menarik bagi minat siswa. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih topik proyek yang terkait dengan isu-isu kontemporer, dan memberikan siswa kesempatan untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan STEM dalam situasi nyata.

3. Memperkuat Kolaborasi dengan Pemangku Kepentingan

Penguatan kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan menjadi kunci dalam memaksimalkan potensi Model STEM dalam pembelajaran sains. Kolaborasi ini dapat dilakukan dengan berbagai pihak, seperti:

- a. Kolaborasi dengan pakar STEM. Kolaborasi dengan ahli dalam bidang STEM dapat membantu dalam mengembangkan konten dan proyek STEM yang berkualitas tinggi, meningkatkan kredibilitas dan validitas pembelajaran STEM, serta memperkaya pengalaman belajar siswa.
- b. Melibatkan orang tua dan masyarakat. Melibatkan seluruh elemen sekolah seperti wali siswa dan masyarakat dapat membantu meningkatkan kesadaran dan dukungan terhadap pembelajaran STEM, menyediakan sumber daya dan dukungan tambahan, serta membangun komunitas belajar yang lebih luas dan inklusif.

Dengan membangun kolaborasi yang kuat dengan berbagai pemangku kepentingan, Model STEM dapat diimplementasikan dengan lebih efektif dan memberikan manfaat yang maksimal bagi siswa, guru, dan masyarakat.

C. Keterbatasan Penelitian

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mencapai tujuannya dengan mengikuti alur pikir dan metode yang telah ditetapkan, serta memberikan jawaban terhadap rumusan masalah yang diinginkan. Meskipun demikian,

masih terdapat beberapa kekurangan yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Beberapa dari keterbatasan penelitian tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Persepsi guru yang bervariasi,

Temuan penelitian menunjukkan bahwa persepsi guru terhadap model STEM dapat berbeda-beda. Beberapa guru memiliki pandangan yang positif terhadap model ini, sementara yang lain mungkin mengalami tantangan dalam penerapannya. Perbedaan persepsi ini disebabkan oleh faktor-faktor individual, seperti latar belakang pendidikan dan pengalaman mengajar.

2. Kendala dalam penerapan skill

Penerapan keterampilan STEM oleh guru tidak selalu berjalan dengan mulus. Beberapa guru mungkin menghadapi kendala tertentu dalam mengintegrasikan keterampilan tersebut ke dalam pembelajaran sehari-hari. Kendala ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti kurangnya dukungan atau pelatihan.

3. Dampak inovatif yang tidak konsisten

Meskipun model STEM secara umum diharapkan memberikan dampak inovatif dalam pembelajaran sains, temuan lapangan menunjukkan bahwa dampak ini mungkin tidak konsisten di seluruh guru dan kelas. Beberapa guru mampu menggali potensi inovatif model STEM dengan baik, sementara yang lain belum sepenuhnya menggairahkan aspek inovatifnya

4. Pengaruh konteks sekolah

Faktor kontekstual sekolah, seperti kebijakan pendidikan dan dukungan administratif, juga memainkan peran dalam penerapan model STEM. Temuan lapangan menunjukkan bahwa di beberapa sekolah, dukungan penuh terhadap model STEM dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada di sekolah lain yang kurang mendukung.

5. Dinamika kelas yang berbeda

Kelas-kelas yang berbeda dapat memiliki dinamika yang berbeda dalam penerapan model STEM. Guru-guru mungkin menemui tantangan yang berbeda dalam kelas-kelas yang memiliki komposisi siswa yang beragam. Ini menunjukkan bahwa penyesuaian dan diferensiasi mungkin diperlukan untuk memaksimalkan efektivitas model STEM.

6. Ketidakpastian dalam pengukuran dampak

Temuan lapangan menggarisbawahi ketidakpastian dalam pengukuran dampak inovatif. Dampak jangka panjang masih belum terukur secara langsung dan perlu diidentifikasi lebih lanjut melalui penelitian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Agustina, Rahmi, *Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran Modern*, Sukabumi: CV jejak, 2023
- Albi, A dan Setiawan, J, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Pustaka Cendikia, 2018.
- Bungin, Burhan, *Penelitian Kualitatif Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, dan Ilmu Sosial*, Jakarta: Kencana, 2007
- Bybee, R. W. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*, Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press, 2013
- Creswell, J. W, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th Ed.) (Sage Publications., 2023
- Creswell, J.W, *Penelitian kualitatif & desain riset memilih diantara lima pendekatan edisi ketiga* (terjemahan Ahmad Lintang Lazuardi), Yogyakarta: Pustaka Pelajar. (Edisi asli diterbitkan tahun 2013 oleh SAGE Publication, Inc.)
- Dimiyati, & Mudjiono, *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.
- Farwati, Ratna. *STEM education dukung merdeka belajar (dilengkapi dengan contoh perangkat pembelajaran berbasis stem)*. CV. DOTPLUS Publisher, 2021
- Fatoni, Abdurrahman, *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, Jakarta: Rineka Cipta, 2011
- Giyanto, Heliawati Eny, Bibin Rubini, *Sel Volta Dengan Pendekatan STEM-Modeling*, Bogor: CV Lindan Bestari, 2020
- Gulo, *Metodologi Penelitian*, Jakarta: Grasindo, cet.1, 2002.
- Gunawan, Iman, *Metode Penelitian Kualitatif, Teori dan Praktik*, Jakarta: Bumi Aksara
- Hendri, Sherlyane, Ary Kiswanto Kenedi dan Refiona Handika, *STEM dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar*, Padang : PACE, 2022
- Indriantoro dan Supomo, *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akutansi dan Manajemen*, Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 2002

- Kairiyah, Nida'ul, *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM)*, Medan: Spasi Media, 2019
- Kriyantono, Rachmat, *Teknik Praktik Riset Komunikasi*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group. 2014
- L, Satasha. Green, *STEM Education: How to Train 21st Century Teachers, STEM Education: How to Train 21st Century Teachers*, 2014
- M, Sardiman, A. *Interaksi & Motivasi Belajar Mengajar*, Jakarta: Rajawali Pers, 2012
- Margono, S, *Metodologi Penelitian Pendidikan*, Jakarta: Rineka Cipta, 1997
- Masri, Singarimbun dan Efendi Sofran, *Metode Penelitian Survey*, Jakarta: LP3ES, 1995
- Moleong, Lexy J, *Metode Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 2010
- Moleong, Lexy J, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2000, cet-11
- Nasution, S, *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*, Jakarta: Bumi Aksara, 2012
- P, Suparno, *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius, 2001
- Putra, M. Jaya Adi, *Pembelajaran STEM Terintegrasi*, ed. Nurul Afiah, 1st ed, Solok: PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA, 2023.
- Putra, Nusa, *Metode Penelitian Kualitatif Pendidikan*, Jakarta, PT RajaGrafindo Persada, 2013
- Putro, Kucisti Ike Retnaningtyas Suryo, *Aktivitas Pembelajaran Dengan Framework STEM Level 1*, ed. Yuche yahya Sukaca, Jakarta: PT Cipta Gadhing Artha, 2021
- Satori, Djam'an dan Aan Komariah. *Metode penelitian kualitatif*, Bandung: Alfabeta, 2014
- Subroto, Subino Hadi, *Pokok-Pokok Pengumpulan Data, Analisis Data, Penafsiran Data dan Rekomendasi Dalam Penelitian Kualitatif*, Bandung : IKIP, 1999
- Sudjana, Nana, *Penelitian dan Penilaian*, Bandung: Sinar Baru, 1989
- Sugiarto, Eko, *Menyusun Proposal Penelitian Kualitatif: Skripsi Dan Tesis*, Yogyakarta: Suaka Media, 20
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kombinasi "Mixed Methods"*, Bandung: Alfabeta, 2015
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Alfabeta, 2010

- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Dengan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2013
- Suwandi, Basrowi, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta, 2008
- T, Murtini. *Pengembangan Keterampilan Abad 21 dengan Model STEM*. Semarang: Widya Sari Press, 2019
- Torlakson, “*INNOVATE: Abblueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*”, California: California Departement of Education, 2014
- Trilling, B., & Fadel, C. (2012). *21st Century Skills*. John Wiley & Sons.
- Yusuf, A.Muri, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Gabungan*, Jakarta: Prenadamedia Group, 2014
- Zuryanty et al., *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar*, Sleman: Penerbit Deepublish, 2020

Artikel

- Anindayati, A. T., & Wahyudi, W. (2020). KAJIAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM DENGAN MODEL PJBL DALAM MENGASAH KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA. *Eksakta : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA/Eksakta*, 5(2), 217. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v5i2.217-225>
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1988). What research says about new science curriculums (BSCS). *Science and Children*, 25, 35-39. Critical Thinking about Values: A Quasi-Experimental Study: ResearchGate, 26(1), 4-Department of Education and Skills. 2011. National Strategy: Literacy and Numeracy for Learning and Life.
- Elva, Yuhana and Ratna Kartika Irawati, “Pengaruh Project Based Learning – Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terhadap Pembelajaran Sains Pada Abad 21,” *Ed-Humanistics : Jurnal Ilmu Pendidikan* 6, no. 1 (2021): 793–98,
- Fadillah, Zikry Indah, “Pentingnya Pendidikan STEM (Sains, teknologi, rekayasa, dan Matematika,” *JSE : Journal Sains and Education* 2, no 1 (2024) : 1-8
- Fathoni, A et al., “STEM : Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 17, no. 1 (2020): 33–42.

- Fitri, Indriani, "Kompetensi Pedagogik Guru Dalam Kreativitas Siswa," *Fenomena* 7, no. 1 (2019): 17–28.
- Gonzales, Heather B and Jeffrey J.Kuenzi, "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): A Primer," *Congressional Research Service*, no. August (2012): 1–15, https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf.
- Gonzales, Heather B and Jeffrey Kuenzi, "What Is STEM Education and Why Is It Important?," *Congressional Research Service*, no. August (2012): 1–15, https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf.
- Hadi, Fida Rahmantika, "Efektifitas Model Pbl Terintegrasi STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas V SD," *Jurnal Pendidikan Tambusai* 5, no. 3 (2021): 6644–49, <https://doi.org/10.31004/jptam.v5i3.2005>.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (2015). "Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge and Learning Activity Types: Curriculum-Based Technology Integration Reframed." *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186–209.
- Indah. Hafizhah, Irvan. Iswandi, and Iis Susiawati, "Analisis Pembelajaran Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Pelajaran IPA Kelas V," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research* 4 (2024): 1828–41.
- Jamun, Yohannes Marryono, Zephisius Rudiyanto Eso Ntelok, and Rudolof Ngalu, "Pentingnya Penggunaan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Menunjang Pembelajaran Sekolah Dasar," *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 4, no. 2 (2023): 2149–58, <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.559>
- Kairunnisa, Aulya et al., "ANALISIS IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM PADA MATA PELAJARAN KIMIA DI KOTA LANGSA," *Katalis Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia* 6, no. 1 (2023): 35–38.
- Karlina, Cici Meisi, Endang Susilowati, and Isma Aziz Fakhruddin, "Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PJBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri Di Era Pandemi Pada Materi Hidrosfer," *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA* 3, no. 1 (2023): 33–41, <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v3i1.270>.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11
- Kumano, Y. and Goto, M. 2015. Issues Concerning Scientific Processes in Science Lessns Involving Outdoor and Indoor Activities: a Comparative Study of Scientific Processes in Japanese Science Classes and the Cronological Development of Scientific Processes in the US through NGSS. Paper

presented in USA, held in January, 2015. *Inovasi pendidikan tingkatkan daya saing* (2015, July 15). Kompas,p.12.

Mairéad Hurley, Deirdre Butler, and Eilish McLoughlin, STEM Teacher Professional Learning Through Immersive STEM Learning Placements in Industry: A Systematic Literature Review, *Journal of STEM Education Research*, vol. 7 (Springer International Publishing, 2024), <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00089-7>.

Mansyur,Zulkifli, “Hakikat Transfer Of Learning Dan Aspek-Aspek Yang Mempengaruhinya,” *Jurnal Ilmiah Iqra’* 12 (n.d.): 146–59.

Maulidia, Alvi, Lailatul Nuraini, and Albertus Djoko Lesmono, “Inovasi Dalam Pembelajaran Sains Masa Depan Melalui Stem (*Science, Teknologi, Engineering, and Mathematic*) Education Di Sma Muhammadiyah 3 Jember,” *Jurnal Pembelajaran Fisika* 9, no. 3 (2020): 107, <https://doi.org/10.19184/jpf.v9i3.17977>.

Nuragnia,Berliany, Nadiroh, and Herlina Usman, “Pembelajaran Steam Di Sekolah Dasar : Implementasi Dan Tantangan,” *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 6, no. 2 (2021): 187–97, <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>.

Paramita, Astrid Kinanta, Yahmin Yahmin, and I Wayan Dasna, “Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) Untuk Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA Pada Materi Laju Reaksi,” *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 5, no. 11 (2021): 1652, <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i11.14189>.

Perignat, E. and Katz-Buonincontro, J. 2018. STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. *Thinking Skills and Creativity* 31: 31-43

Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 3, 23–34. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/download/9810/7245>

Pratiwi Kartika Sari et al., “STEAM (Sains, Teknologi, Engineering, Art and Mathematics),” 2021, 1–124.

Rohmah, Ulfa Nadiyah, Yoyo Zakaria Ansori, and Dede Salim Nahdi, “Pendekatan Pembelajaran Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar,” *Pendekatan Pembelajaran Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar* 5, no. 3 (2018): 152–62

Sarican, G., & Akgunduz, D. 2018. “The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in science education”. *Journal of Educational Sciences*, 13(1):94–107

- Sartika, Dewi, "Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan," *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan* 3, no. 3 (2019): 89–93.
- Sijiwarto, Eko, "Prinsip Pendidikan STEM dalam Pembelajaran Sains," *Briliant : Jurnal Riset dan Konseptual* 8, no.2 (2023): 408
- Supriyatun, Sri Endang, "Implementasi Pembelajaran Sains, Teknologi, Engineering, Dan Matematika STEM Pada Materi Fungsi Kuadrat," *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan* 5, no. 1 (2019): 80–87
- Syukri, M., Halim, L., Meerah, T. S. M., & FKIP, U. (2013, March). Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thinking 'ESciT': Satu Perkongsian Pengalaman dari UKM untuk ACEH. *In Aceh Development International Conference* (pp. 26-28).
- Wati, Icha Kurnia et al., "Persepsi Guru IPA Terhadap Pembelajaran STEM," *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains* 7, no. 2 (2021): 92, <https://doi.org/10.32699/spektra.v7i2.203>.
- Winarni, Juniaty, Siti Zubaidah, and Supriyono Koes H, "STEM: Apa, Mengapa, Dan Bagaimana," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2016.
- Yuyu Yulianti and Dudu Suhandi Saputra, "STEM Education: Inovasi Pembelajaran Sains Di Era 4.0," *Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNMA 2019* 1 (2019): 1504–9.

Tesis/Disertasi

- Muzana, Syarifah Rahmiza, "PENGEMBANGAN MODEL E-STEM PjBL DALAM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI TIK DAN PEMECAHAN MASALAH SISWA SMP/MTsN," Tesis, no. 8.5.2017 (2022): 2003–5, <https://eprints.uny.ac.id/74160/1/disertasi-syarifah-rahmiza-muzana-17703261018.pdf>.
- Rahmawati, Lusy, "PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM MATERI MENINGKATKAN KEMAMPUAN DESAIN DAN LITERASI," 2020 <https://eprints.uny.ac.id/72125/1/tesis-lusy-rahmawati-18726251010.pdf>.