

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pendekatan Berbasis STEM

a. Pengertian STEM

Matematika, Sains, Teknologi, dan Teknik adalah kepanjangan dari istilah STEM. Untuk pertama kalinya, istilah "STEM" digunakan oleh National Science Foundation Amerika Serikat pada tahun 1990-an. Pembelajaran berbasis STEM menggabungkan empat disiplin ilmu: sains, teknologi, teknik, dan matematika. Ini menciptakan pengalaman belajar yang komprehensif dan kontekstual. Metode ini dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan siswa untuk meningkatkan keterampilan proses sains serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi berbagai tantangan yang muncul di dunia saat ini. Selain itu, metode ini dimaksudkan untuk membantu siswa dalam mengumpulkan data, menganalisis data, dan menyelesaikan masalah yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari.¹

Tuntutan untuk memperbaiki metode pengajaran dalam bidang sains dan matematika, serta upaya dalam mengembangkan keterampilan dan kemampuan berpikir kritis siswa, menjadi pendorong utama diterapkannya pendekatan STEM.² Selain itu, pendekatan ini juga

¹ Fauzi, Rahmat., dkk. (2021). *Model STEM Dalam Pendidikan*. Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung. <https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/337002-model-stem-science-technology-engineerin-80d654aa.pdf>

² Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>

bertujuan untuk mempersiapkan siswa agar mampu menghadapi tantangan dan tuntutan di abad ke-21 yang semakin kompleks dan membutuhkan kecakapan diberbagai bidang ilmu terutama yang berkaitan dengan teknologidan inovasi. Dengan menggunakan metode integratif yang menggabungkan sains, teknologi, teknik dan matematika pembelajaran STEM dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam, menghubungkan teori dengan praktik, serta memecahkan masalah nyata dengan cara yang inovatif dan kreatif.

STEM adalah kombinasi dari empat bidang ilmu: sains, teknologi, teknik, dan matematika. STEM mengajarkan siswa bagaimana berpikir kritis, menganalisis, dan bekerja sama, dan mengintegrasikan konsep dan proses dari setiap disiplin ilmu dalam kehidupan sehari-hari. Metode ini mendorong siswa untuk menggunakan pengetahuan mereka dalam kehidupan nyata. Pembelajaran STEM mempersiapkan siswa untuk menjadi inovator dan pemikir kreatif yang dapat beradaptasi dengan perkembangan dan tantangan dunia modern dengan berfokus pada masalah nyata. Ini akan memungkinkan mereka memperoleh keterampilan dan kompetensi yang diperlukan untuk pendidikan lanjutan, karir, dan kehidupan.³

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu menjadi satu kesatuan yang berfokus pada penyelesaian masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

³ Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan pembelajaran IPA berbasis pendekatan STEM dalam menyongsong era revolusi industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 54-62.

Masing-masing komponen memiliki ciri khas yang membedakannya, sebagaimana dijelaskan oleh Tom Torlakson, yaitu:

- 1) Sains adalah bidang ilmu yang mempelajari dunia alam, termasuk hukum-hukum fisika, kimia, dan biologi. Sains mencakup pengetahuan yang telah dikembangkan serta proses penyelidikan ilmiah untuk menghasilkan pengetahuan baru.
- 2) Teknologi mencakup sistem yang melibatkan manusia, organisasi, pengetahuan, proses, dan perangkat yang digunakan dalam menciptakan serta mengoperasikan teknologi, yang sangat berkaitan dengan sains dan rekayasa.
- 3) Rekayasa (*Engineering*) merupakan gabungan antara pengetahuan tentang desain dan proses pembuatan produk untuk memecahkan suatu permasalahan. Rekayasa menekankan penerapan prinsip-prinsip sains untuk menghasilkan solusi yang aplikatif.
- 4) Matematika adalah ilmu yang mempelajari pola, hubungan kuantitatif, angka, dan ruang. Matematika berfungsi sebagai alat penting dalam analisis dan pemecahan masalah di berbagai bidang, termasuk sains, teknologi, dan teknik.⁴

Pembelajaran menggunakan pendekatan STEM sangat penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di era revolusi industri 4.0. Metode ini meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif dengan menggabungkan berbagai bidang

⁴ Torlakson, T. (2014). *Innovate A blueprint for STEM in California public education*. May, 7.

studi..⁵ Untuk mencapai tujuan ini, pembelajaran berbasis STEM harus membentuk siswa yang mampu memahami ide atau pengetahuan (*science*) dan menerapkan keterampilan (*technology*) yang mereka miliki untuk membuat rancangan (*engineering*) dan menggunakan matematika (*math*) untuk menyelesaikan masalah (*math*).

b. Karakteristik Pembelajaran STEM

Enam karakteristik dalam pembelajaran STEM diantaranya sebagai berikut:

- 1) Pendekatan pembelajaran STEM menitikberatkan pada isu dan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan nyata. Metode ini mendorong siswa untuk memahami peran sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam menyelesaikan masalah nyata. Siswa juga dapat membuat hubungan antara materi pembelajaran dan keadaan dunia nyata, yang meningkatkan relevansi dan dorongan mereka untuk belajar.
- 2) Pembelajaran STEM mengikuti panduan dari engineering design process. Proses desain teknik ini merupakan pendekatan sistematis dalam pembelajaran STEM yang digunakan untuk mengenali permasalahan, merancang solusi, melakukan pengujian, serta menyempurnakan hasil yang telah dicapai. Proses ini membantu siswa STEM memecahkan masalah sehingga mereka tidak hanya bergantung

⁵ Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana* 2019, 7(1), 455–460. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpsasca/article/download/325/351>

pada hafalan atau metode langsung, tetapi juga belajar melalui proses eksplorasi, evaluasi, dan perbaikan secara interaktif.

- 3) Pembelajaran STEM membenamkan siswa pada *hands-on activity* dan *open-ended exploration*. Dalam STEM, siswa belajar melalui pengalaman langsung. Hal ini membuat pembelajaran lebih praktis. *Open-ended exploration* memberi siswa kebebasan untuk mempelajari masalah atau proyek tanpa memiliki jawaban yang sudah ditetapkan sebelumnya, yang memungkinkan mereka untuk menemukan berbagai solusi dan mendalami ide dengan cara mereka sendiri. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara aktif dan kreatif dalam proses belajar. Selain itu, ini meningkatkan pemahaman siswa tentang ide-ide yang diajarkan.
- 4) Pembelajaran STEM melibatkan siswa pada kerja kelompok yang produktif. Salah satu komponen penting dalam pembelajaran STEM adalah kolaborasi. Siswa diminta untuk bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah. Selama kerja kelompok, mereka bertukar ide, berbicara, dan bekerja sama untuk menemukan solusi yang efektif.
- 5) Pembelajaran STEM menerapkan konten matematika dan sains yang tepat dalam pembelajaran. Pembelajaran STEM secara alami menggabungkan materi sains dan matematika ke dalam kegiatan sehari-hari. Konsep dari kedua bidang ini sering digunakan dalam penyelesaian masalah atau proyek; ini termasuk pengukuran, perhitungan, analisis data, dan pemahaman konsep ilmiah.

- 6) Pembelajaran STEM memperbolehkan beberapa jawaban yang benar dan menggunakan kegagalan sebagai bagian penting dari pembelajaran. Seringkali, STEM tidak memiliki jawaban yang tepat. Siswa dapat menemukan berbagai cara untuk menyelesaikan masalah atau proyek. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya menjadi kreatif dan inovatif. Kegagalan juga dianggap sebagai bagian penting dari proses pembelajaran. Siswa didorong untuk mencoba ide-ide mereka, dan mereka diajak untuk menganalisis dan memperbaiki kesalahan mereka jika mereka gagal.⁶

c. Pelaksanaan Pembelajaran dengan Pendekatan STEM

Pembelajaran STEM mendorong siswa untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi serta mengaplikasikan pengetahuan. Tahapan-tahapan pendekatan STEM sebagai berikut :

- 1) Pengamatan (*Observe*): Pada tahap ini, siswa diminta untuk memperhatikan berbagai hal atau masalah yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan ide-ide materi pelajaran yang sedang dipelajari.
- 2) Ide Baru (*New Idea*): Pada titik ini, siswa diminta untuk melihat dan mempelajari berbagai fenomena atau masalah yang terkait dengan topik yang dibahas. Setelah itu, mereka diminta untuk menggunakan informasi yang mereka miliki untuk membuat

⁶ Jolly, A. (2014). *STEM: Education for the real world*.

gagasan baru. Dalam tahap ini, mereka memerlukan keterampilan proses sains.

- 3) Inovasi (*Innovation*) adalah langkah di mana siswa diminta untuk menceritakan ide-ide yang sudah mereka rancang sebelumnya dan merencanakan bagaimana ide tersebut akan diterapkan pada sebuah alat.
- 4) Kreasi (*Creativity*) adalah langkah di mana hasil dari langkah ide baru dilaksanakan.
- 5) Nilai (*Society*) atau masyarakat, merupakan tahap akhir yang dilakukan oleh siswa, di mana nilai yang dimaksud merujuk pada nilai-nilai sosial yang terkandung dalam konsep dan diterapkan dalam kehidupan nyata.⁷

d. Kelebihan dan Kekurangan STEM

Berikut ini beberapa kelebihan pada pembelajaran STEM :

- 1) Meningkatkan pemahaman siswa tentang hubungan antara prinsip, konsep, dan keterampilan disiplin tertentu satu sama lain.
- 2) Menumbuhkan rasa ingin tahu, mendorong kreativitas, dan berpikir secara kritis.
- 3) Meningkatkan keyakinan diri.
- 4) Membantu siswa memahami dan merasa terlibat dalam proses pendidikan akademik.

⁷ Amir, R. H., & Purwanti, R. Y. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Scienc, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) Pada Siswa Kelas IV SD. *Jurnal Kajian Pendidikan Dasar*, 6(1), 1–13.

- 5) Menggalakkan kolaborasi dalam pemecahan masalah dan ketergantungan satu sama lain dalam pekerjaan tim.
- 6) Pembelajaran mandiri meningkatkan pengetahuan aktif dan ingatan, meningkatkan hubungan antara berpikir, melakukan, dan belajar, dan meningkatkan minat dan partisipasi aktif siswa.
- 7) Meningkatkan pemahaman siswa tentang apa yang mereka ketahui tentang disiplin mereka sendiri.⁸

Berikut beberapa kekurangan pembelajaran STEM :

- 1) Peserta didik baru memahami istilah yang termasuk dalam pendekatan pembelajaran STEM.
- 2) Membutuhkan pemahaman ilmiah yang baik untuk bekerja sama.
- 3) Ketidaktahuan tentang konsep pembelajaran yang sedang dipelajari.⁹

Berikut merupakan beberapa antisipasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kekurangan pada pembelajaran STEM:

- 1) Guru dapat memberikan penjelasan mengenai istilah-istilah baru tentang konsep dasar STEM secara sederhana sebelum pembelajaran dimulai.
- 2) Guru mengelompokkan siswa agar dapat membantu siswa lain dalam memahami materi, serta memberikan bimbingan tambahan

⁸ Ratna Indra Sari and others, 'Pentingnya STEM Dalam Pendidikan Modern', *Online Scribd Pentingnya STEM Dalam Pendidikan Modern*.

⁹ Alisia, G. (2019). *Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Stem Terhadap Self Efficacy Dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Fisika Di Sman 1 Padang Cermin*.

kemudian menerapkan pembelajaran berbasis proyek sederhana sehingga siswa dapat memahami konsep secara bertahap.

- 3) Guru menyediakan materi pendukung berupa video, simulasi atau eksperimen sederhana untuk memperkuat pemahaman siswa, serta memberikan soal untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa.

2. Virtual Laboratory

a. Pengertian *Virtual Laboratory*

Siswa dapat melakukan eksperimen dengan menggunakan simulasi digital melalui *virtual laboratory*, yang memungkinkan mereka untuk belajar dan berlatih tanpa harus hadir secara langsung di laboratorium. *Virtual laboratory* menjadi alat yang sangat efektif dalam pendidikan modern, memungkinkan siswa mengembangkan keterampilan dan pengetahuan mereka sesuai dengan kebutuhan dan waktu mereka. Siswa memiliki fleksibilitas dalam proses belajar mereka dengan *virtual laboratory* karena mereka dapat diakses kapan saja dan di mana saja.

Virtual laboratory adalah platform berbasis komputer yang menghilangkan kebutuhan pengguna untuk berada di laboratorium secara fisik untuk melakukan simulasi atau eksperimen ilmiah. Pengguna dapat melakukan eksperimen seolah-olah mereka berada di laboratorium fisik berkat penggunaan simulasi komputer dan teknologi animasi *virtual laboratory*, yang mensimulasikan berbagai keadaan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian nyata. Teknologi ini sering digunakan dalam penelitian dan pendidikan untuk memungkinkan pembelajaran langsung

yang akan mahal atau tidak mungkin diperoleh jika dilakukan secara langsung.

Fleksibilitas dan aksesibilitas *virtual laboratory* adalah salah satu keunggulan utama mereka. Sebab itu, praktisi, peneliti, dan siswa dapat mempraktikkan dan mengevaluasi ide-ide ilmiah tanpa dibatasi oleh sumber daya seperti waktu, ruang, atau alat. Dengan menggunakan *virtual laboratory*, siswa juga dapat menurunkan risiko kerusakan peralatan dan potensi bahaya lainnya saat berhadapan dengan peralatan eksperimental canggih atau bahan kimia berbahaya di laboratorium fisik.

Dalam konteks pendidikan, *virtual laboratory* memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan apa yang mereka pelajari dan mendapatkan pemahaman teori yang lebih dalam, bahkan jika sekolah mereka tidak memiliki ruang laboratorium yang berfungsi penuh. Siswa dapat memantau temuan eksperimen, menemukan bagaimana reaksi kimia terjadi, dan mengalami peristiwa fisik mikroskopis dan makroskopis melalui simulasi interaktif. Untuk membantu siswa mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang topik yang dipelajari, *virtual laboratory* sering kali memiliki alat yang memungkinkan pengguna mengulangi eksperimen beberapa kali secara gratis.

b. Kelebihan dan Kekurangan *Virtual Laboratory*

Kelebihan menggunakan laboratorium virtual sebagai berikut :

- 1) *Virtual laboratory* dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit dijelaskan secara lisan, terutama dalam materi yang abstrak.

- 2) *Virtual laboratory* dapat membantu siswa belajar berpikir kritis dan menganalisis.
- 3) Kegiatan percobaan di *virtual laboratory* dapat membantu siswa mempelajari keterampilan proses sains.
- 4) *Virtual laboratory* memberikan pengalaman belajar yang menarik yang dapat meningkatkan motivasi siswa untuk belajar IPA. Penggunaan komputer atau laptop dalam *virtual laboratory* memungkinkan waktu dan penyusunan percobaan menjadi lebih aman dan efisien.
- 5) *Virtual laboratory* tidak terbatas pada fasilitas fisik sekolah; mereka dapat diakses dari berbagai tempat.
- 6) *Virtual laboratory* dapat membantu mengurangi biaya pembelian dan perawatan alat laboratorium fisik.¹⁰

Kekurangan menggunakan *virtual laboratory* sebagai berikut :

- 1) Belajar dalam *virtual laboratory* tidak dapat menggantikan kegiatan laboratorium nyata.
- 2) Praktikum tidak dilakukan oleh siswa, sehingga kemampuan motorik mereka tidak terlatih dengan baik.
- 3) Problem teknis seperti koneksi jaringan internet yang tidak stabil dapat mengganggu penggunaan *virtual laboratory*.

¹⁰ Haniyyah, U., & Rambe, I. W. (2024). *Kajian Kelebihan dan Kelemahan Penggunaan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran IPA di SMP*. 11(1), 129–137. <https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9826>

- 4) Praktikum virtual sering dilakukan secara berkelompok karena tidak semua siswa memiliki akses ke perangkat seperti laptop atau smartphone.
- 5) Mungkin ada beberapa guru yang tidak memahami cara menggunakan aplikasi *virtual laboratory*, yang dapat menyebabkan penggunaannya menjadi kurang efektif.

c. Manfaat *Virtual laboratory*

Adapun manfaat penggunaan *virtual laboratory* menurut Farreira (2010) sebagai berikut :

- 1) Mengatasi keterbatasan waktu, terutama ketika tidak cukup waktu untuk membimbing seluruh siswa di laboratorium hingga mereka benar-benar memahami materi,
- 2) Menanggulangi hambatan geografis bagi siswa yang tinggal jauh dari pusat pembelajaran,
- 3) Lebih hemat biaya karena tidak memerlukan fasilitas fisik, peralatan, dan bahan laboratorium konvensional,
- 4) Meningkatkan mutu eksperimen karena siswa dapat mengulang pengukuran untuk menghilangkan keraguan,
- 5) Meningkatkan efektivitas pembelajaran karena siswa dapat menghabiskan lebih banyak waktu dalam kegiatan laboratorium secara mandiri.¹¹

¹¹ Nirwana, R. R. (2017). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 115–135. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.447>

3. Keterampilan Proses Sains

Serangkaian keterampilan yang diperlukan untuk melakukan kegiatan ilmiah dikenal sebagai keterampilan proses sains. yang melibatkan observasi, eksperimen, dan pemecahan masalah. Keterampilan kognitif, manipulatif, dan sosial ada di antaranya; keterampilan ini membantu siswa memahami dan memajukan pengetahuan ilmiah mereka. Mengamati, mengelompokkan data, memprediksi, mengukur, dan menafsirkan hasil eksperimen atau pengamatan adalah contoh keterampilan proses sains. Semua kegiatan ini bertujuan untuk memahami alam dan fenomena yang terjadi di sekitar kita secara sistematis dan berbasis bukti.

Keterampilan proses sains sangat penting buat membantu siswa belajar berpikir kritis serta logis. Ini krusial buat pembelajaran IPA sebab dapat mempertinggi pemahaman serta keterlibatan peserta didik dengan konsep ilmiah.¹² Siswa memerlukan indikator keterampilan berpikir dan bertindak seperti ilmuwan, seperti merumuskan masalah, mengamati, mengklasifikasikan, berkomunikasi, dan memprediksi. Dengan menggabungkan aktivitas seperti praktikum dan pembelajaran penemuan, siswa dapat meningkatkan keterampilan proses sains mereka.¹³ Selain itu, modul yang dirancang buat meningkatkan keterampilan proses sains siswa meningkatkan kemampuan mereka untuk memecahkan masalah, berpikir

¹² Suryanti, Ibrahim, M., & Ledo, N. S. (2018). Process skills approach to develop primary students' scientific literacy: A case study with low achieving students on water cycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 296(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012030>

¹³ Waluyo, E., & Nuraini, N. (2021). Development Of Instructional Design Project- Based Learning Model Integrated Science Process Skills To Improve Science Literacy. *Jurnal Pendidikan Sains (Jps)*. <https://doi.org/10.26714/jps.9.1.2021.104-112> 9(1), 104

kritis, dan kreatif, dan menekankan betapa pentingnya keterampilan proses sains buat menyebarkan pola pikir ilmiah. Secara keseluruhan, mempertahankan penguasaan keterampilan proses sains dalam pembelajaran IPA tidak hanya meningkatkan prestasi akademik siswa, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan yang dibutuhkan dalam dunia kerja yang bersifat aplikatif.

Melalui pengembangan kemampuan tersebut, siswa mampu memahami bagaimana konsep ilmiah dihasilkan melalui pengamatan dan analisis selain mampu menghafalnya. Misalnya, keterampilan pengelompokan memungkinkan siswa untuk mengatur materi sesuai dengan kriteria tertentu, sedangkan keterampilan observasi memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi variasi halus dalam objek atau peristiwa. Keterampilan lain mengharuskan siswa untuk merencanakan ke depan dan membuat estimasi berdasarkan data yang tersedia, seperti pembuatan hipotesis dan eksperimen.

Kemampuan proses sains ini dapat dipelajari melalui simulasi dan kegiatan lain yang menekankan pemecahan masalah ilmiah, tetapi juga sering diperoleh melalui pengalaman langsung di laboratorium atau dalam kegiatan lapangan. Dengan kemampuan ini, siswa dapat membekali diri dengan lebih baik untuk menangani masalah di dunia nyata, di mana mereka harus menemukan solusi logis dan berbasis bukti. Pemahaman yang lebih dalam tentang cara kerja sains dan cara-cara di mana kemajuan dan penemuan ilmiah dapat memengaruhi keberadaan manusia dan lingkungan adalah manfaat lain dari mengembangkan keterampilan proses sains: Tabel 3.1

menunjukkan indikator keterampilan proses sains siswa, yang mencakup sepuluh aspek.

Tabel 3. 1

Aspek Keterampilan Proses Sains

No.	Keterampilan Proses Sains	Indikator
1.	Observasi	1. Menggunakan sebanyak mungkin indera 2. Mengumpulkan fakta yang relevan
2.	Klasifikasi	1. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah 2. Mencari perbedaan dan persamaan 3. Mengontraskan ciri-ciri 4. Mencari dasar pengelompokan dan penggolongan
3.	Interpretasi	1. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan 2. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan 3. Menyimpulkan
4.	Prediksi	1. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan

		2. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati
5.	Mengajukan pertanyaan	1. Bertanya apa, bagaimana dan mengapa 2. Bertanya untuk meminta penjelasan 3. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang
6.	Berhipotesis	1. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian 2. Melakukan cara pemecahan masalah
7.	Merencanakan percobaan penelitian	1. Menentukan alat atau bahan yang akan digunakan 2. Menentukan variabel atau faktor penentu 3. Menentukan apa yang diukur, diamati, dicatat 4. Menentukan langkah kerja
8.	Menggunakan alat atau bahan	1. Memakai alat dan bahan 2. Alasan mengapa menggunakan alat atau bahan 3. Bagaimana menggunakan alat dan bahan

9.	Menerapkan konsep	1. Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru
		2. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi
10.	Berkomunikasi	1. Pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram
		2. Menyusun laporan secara sistematis
		3. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian
		4. Menjelaskan hasil suatu penelitian
		5. Mengubah bentuk penyajian

(Kemendikbud, 2014)

Peneliti hanya menggunakan 7 indikator dari 10 keterampilan proses sains: observasi, klasifikasi, interpretasi, prediksi, berhipotesis, menerapkan konsep, dan berkomunikasi. Ini disebabkan oleh fakta bahwa indikator-indikator ini akan muncul selama kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan, di mana penulis ingin berkonsentrasi pada indikator yang ingin dicapai atau ditingkatkan sesuai dengan masalah.

4. Materi Perpindahan Kalor

a. Pengertian Kalor

Tingkat panas sebuah benda ditunjukkan oleh suhunya, yang merupakan hasil dari tenaga panas yang terkandung di dalamnya. Massa yang lebih besar dari

suatu benda menghasilkan tenaga panas yang lebih besar, dan tenaga panas yang berpindah dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah disebut sebagai kalor. Satuan internasional untuk kalor adalah joule (j). Kalor dan kilokalori adalah satuan terkenal lainnya. Kalor jenis adalah jumlah energi. Jumlah energi panas yang diharapkan dari 1 kilogram bahan tertentu untuk menaikkan suhunya menjadi 1 kelvin disebut kalor jenis. Setiap bahan atau zat memiliki kalor jenis yang tidak selaras. Joule panas yang diharapkan dari 1 kilogram bahan tertentu untuk menaikkan suhunya menjadi 1 kelvin disebut kalor jenis. Setiap bahan atau zat mempunyai kalor jenis yang tidak sinkron. Satuan kalor jenis adalah joule per kilogram per kelvin ($J/Kg.K$) atau dalam joule per kilogram per derajat celcius ($J/Kg.^{\circ}C$). hal ini bisa sama karena perubahan suhu $1 \text{ kelvin} = 1^{\circ}C$. Untuk menghitung besar kalor menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q = perubahan energy panas

m = massa jenis zat

c = kalor jenis

ΔT = perubahan suhu

$$\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$$

ΔT positif Q juga positif menunjukkan bahwa benda mengalami peningkatan suhu dan menerima energi panas (menerima kalor), sementara ΔT negatif Q juga negatif menunjukkan bahwa benda mengalami penurunan suhu dan kehilangan energi panas (melepas kalor).

b. Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor terjadi melalui tiga cara yang disebut konduksi, konveksi dan radiasi.

1) Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas melalui suatu benda tanpa disertai perpindahan partikel dalam bahan tersebut. Bahan yang tidak bersifat sinkron memiliki kemampuan menghantarkan panas melalui konduksi, yang dikenal sebagai konduktivitas. Bahan yang dapat menghantarkan panas dengan baik disebut konduktor, sedangkan bahan yang kurang mampu menghantarkan panas disebut isolator. Contohnya, bagian bawah setrika yang terbuat dari logam merupakan konduktor, sementara kayu dan plastik termasuk dalam kategori isolator.

2) Konveksi

Perpindahan kalor dan gerak fisik partikel-parikel suatu benda ke bagian yang lain disebut konveksi. Dalam kebanyakan kasus, konveksi terjadi pada fluida (zat cair dan gas). Konveksi juga dapat terjadi di peredaran udara panas atau asap yang dihasilkan oleh nyala api. Saat air bagian bawah menerima panas dari pemanas, gugusan partikel air menjadi lebih ringan dan naik, menggantikan partikel air dingin (yang lebih berat) dari permukaan. Dengan cara ini, panas yang berasal dari dasar air berpindah bersama dengan aliran air menuju permukaan. Arus konveksi diciptakan oleh pola peredaran partikel air sebelumnya. Seperti contoh munculnya gelembung saat air mendidih adalah uap air. Saat air dipanaskan, suhu air meningkat dan molekul-molekul air bergerak semakin cepat. Ketika suhu mencapai 100°C pada tekanan udara

normal, air mulai berubah wujud dari cair menjadi gas(uap air). Gelembung air terjadi karena massa jenis air mengecil sehingga partikel zat berpindah dari bagian atas kebagian bawah.

3) Radiasi

Radiasi adalah proses perpindahan panas yang tidak memerlukan medium atau zat perantara. Contoh perpindahan panas secara radiasi meliputi:

- a) Panas matahari yang sampai ke bumi meskipun melewati ruang hampa di luar angkasa.
- b) Rasa hangat pada tubuh saat berada dekat dengan sumber api, seperti api unggun.
- c) Panas yang dihasilkan lampu saat menghangatkan telur unggas.
- d) Pengeringan pakaian yang dijemur akibat panas dari sinar matahari.

B. Pendekatan STEM dalam Materi Perpindahan Kalor

1. Sains (*Science*)

Materi perpindahan kalor mencakup konsep dasar seperti konduksi, konveksi, dan radiasi. Dengan pendekatan STEM, siswa dapat melakukan eksperimen untuk mengamati bagaimana panas berpindah melalui berbagai media. Misalnya, siswa dapat merancang percobaan untuk mengukur laju perpindahan panas pada berbagai bahan, sehingga mereka memahami prinsip-prinsip fisika yang mendasarinya.

2. Teknologi (*Technology*)

Dalam konteks teknologi, siswa dapat menggunakan alat simulasi virtual untuk memvisualisasikan dan menganalisis proses perpindahan kalor. Simulasi ini

memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen secara digital, mengubah variabel seperti temperatur dan jenis material, serta melihat hasilnya secara real-time, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep yang kompleks.

3. Teknik (*Engineering*)

Pendekatan teknik dalam pembelajaran perpindahan kalor mengajak siswa untuk menyelesaikan masalah nyata, misalnya membuat bahan yang bisa menahan panas atau dingin dengan baik. Siswa juga diajak untuk membuat dan mencoba model sederhana, seperti sistem pemanas atau pendingin, sambil belajar bagaimana prinsip perpindahan kalor digunakan dalam proses tersebut.

4. Matematika (*Mathematics*)

Dalam matematikanya, siswa dapat menghitung efisiensi perpindahan panas menggunakan rumus-rumus yang relevan. Penggunaan data eksperimen untuk analisis statistik juga dapat membantu siswa memahami hubungan antara variabel dalam proses perpindahan kalor.

C. Kerangka Berpikir

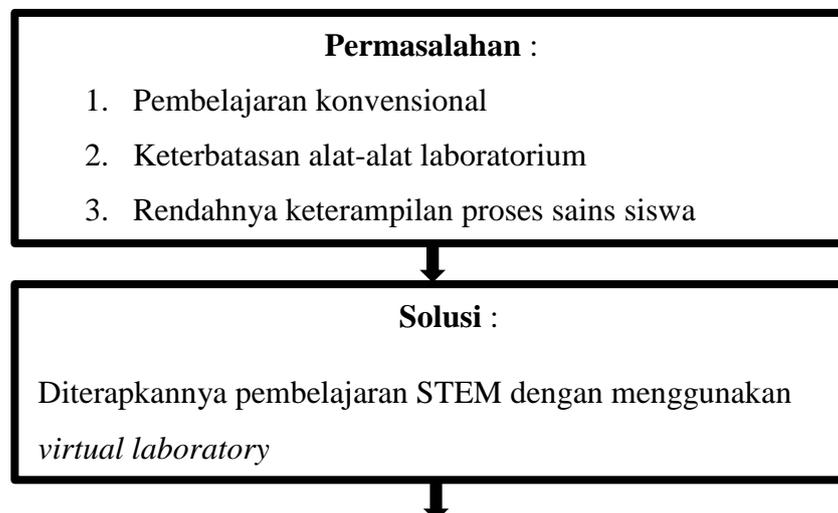
Pendekatan STEM menggabungkan empat bidang utama pendidikan: sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan ini menekankan pembelajaran sains yang kontekstual dan bermakna, yang berarti siswa tidak hanya mempelajari teori tetapi juga memahami bagaimana ide-ide tersebut diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan dunia kerja. Oleh karena itu, siswa didorong untuk memperoleh keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan kontemporer seperti berpikir kritis, memecahkan masalah, berkolaborasi, dan berinovasi. *Virtual laboratory*, di sisi lain, adalah simulasi interaktif yang dimaksudkan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang

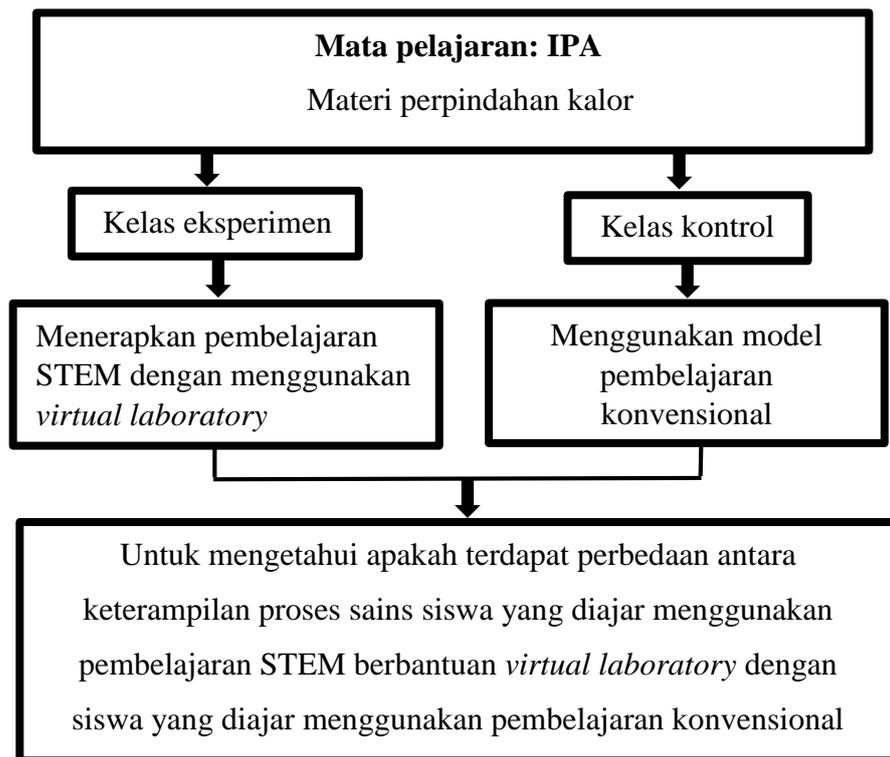
sains secara visual dan lebih mendalam. Siswa dapat melakukan eksperimen atau pengamatan secara digital di *virtual laboratory*, yang memungkinkan mereka untuk melihat proses ilmiah yang mungkin sulit dilakukan di laboratorium fisik karena masalah alat, biaya, atau keamanan. Menggabungkan pendekatan STEM dan penggunaan *virtual laboratory* membuat pembelajaran sains lebih menarik, efektif, dan relevan. Ini juga mampu mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan di era teknologi dan informasi saat ini.

Keterampilan proses sains artinya kemampuan yang diperlukan buat melakukan penelitian ilmiah. Selain itu, keterampilan ini bisa didefinisikan menjadi metode atau prosedur buat memperoleh pengetahuan eksklusif. dengan istilah lain, keterampilan proses sains berarti menerima pengetahuan serta pemahaman menggunakan cara yg nyata, sehingga perlu mengambil tindakan buat mempelajarinya. Pendekatan STEM berbantuan *virtual laboratory* ini memungkinkan peserta didik berpartisipasi lebih aktif pada pembelajaran. Pendekatan ini jua dapat menanamkan minat sains di siswa. Gambar 2.1 merupakan kerangka berpikir pada penelitian ini:

Gambar 2.1

Kerangka berpikir





1. Hipotesis Penelitian

Berikut ini adalah hipotesis penelitian dari rumusan masalah yang telah dijabarkan. Hipotesis penelitian :

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains siswa yang menggunakan pembelajaran STEM berbantuan *virtual laboratory* dengan pembelajaran konvensional

H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antara keterampilan proses sains siswa yang menggunakan pembelajaran STEM berbantuan *virtual laboratory* dengan pembelajaran konvensional