

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Penelitian Pengembangan

Upaya manusia untuk memuaskan rasa ingin tahunya terhadap lingkungan di sekitarnya telah menghasilkan munculnya kegiatan penelitian. Penelitian merupakan proses yang terdiri dari serangkaian langkah yang dilakukan secara terencana dan sistematis, dengan tujuan untuk menemukan solusi atas masalah atau jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tertentu. Sedangkan pengembangan melibatkan serangkaian tindakan yang dirancang untuk memperbaiki atau menciptakan sesuatu agar lebih sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang diinginkan²⁹. Borg and gall menyatakan bahwa riset dan pengembangan dalam bidang pendidikan merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan serta menguji keabsahan suatu produk yang digunakan dalam proses pembelajaran, sedangkan menurut L.R. Gay, merupakan proses yang bertujuan untuk menciptakan produk yang efektif untuk digunakan, terutama disekolah, dengan fokus pada validitas, kepraktisan, dan efektivitas, bukan untuk menguji teori. Richey dan Klein menambahkan bahwa pengembangan adalah proses menerjemahkan desain ke dalam bentuk fisik melalui pendekatan sistematis, berdasarkan data empiris. Tujuannya untuk menghasilkan atau meningkatkan produk

²⁹ Andi Ibrahim et al., *Metodologi Penelitian* (Makassar: GUNADARMA ILMU, 2018).

pembelajaran, yang diuji efektivitasnya agar dapat berfungsi dengan baik di masyarakat³⁰.

Berdasarkan uraian diatas bahwa penelitian dan pengembangan (R & D) merupakan proses sistematis yang bertujuan untuk menciptakan, mengembangkan, dan memvalidasi produk yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan, terutama dalam konteks pendidikan. Proses ini melibatkan identifikasi masalah atau potensi yang didukung oleh data empiris, pengumpulan informasi yang relevan, desain produk, validasi oleh para ahli, dan perbaikan serta uji coba produk. Tujuan akhirnya untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif yang dapat digunakan dengan baik di masyarakat, terutama dalam dunia pendidikan.

Research and Development (R&D) adalah metode penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji suatu produk yang nantinya dapat diterapkan dalam dunia pendidikan. Dalam pelaksanaannya, terdapat model penelitian yang dapat digunakan sebagai panduan dalam proses penelitian dan pengembangan ini yaitu model ADDIE, Model ADDIE dikembangkan oleh Dick and Carry (1996) untuk merancang sistem pembelajaran. Model pengembangan ADDIE ini menggunakan 5 tahap atau langkah pengembangan³¹. Model ADDIE banyak dipilih dalam merancang suatu produk atau model pembelajaran karena keunggulannya dalam

³⁰ Andi Ibrahim et al. *Metodologi Penelitian* (Makassar: GUNADARMA ILMU, 2018) hal 152-153

³¹ Fendi Susanto and Indah Resti Ayuni, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Kooperatif Tipe Nht Dengan Strategi Pemecahan Masalah (Problem Solving) Sistematis Bagi Peserta Didik Smp Di Kabupaten Pringsewu 1,2," 2011, 471–475.

menjamin validitas hasil pengembangan. Setiap tahapannya mulai dari analisis, desain, pengembangan, implementasi, hingga evaluasi dilalui secara bertahap dan mendalam. Evaluasi dilakukan di setiap fase sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga proses pengembangan berjalan secara sistematis, terstruktur, dan lebih terarah ³².

Metode R & D yang mendalam dan terarah memberikan wawasan dan inovasi baru dalam dunia pendidikan. Maka dari itu Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan adalah e-modul, yang dirancang untuk menyampaikan materi pembelajaran secara interaktif dan menarik. E-modul ini memanfaatkan teknologi informasi untuk menyediakan akses yang lebih mudah bagi siswa, memungkinkan mereka belajar dengan cara yang lebih fleksibel. Dengan penggunaan multimedia dan fitur interaktif, e-modul dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam proses belajar, serta memungkinkan evaluasi yang lebih efektif terhadap hasil belajar

2. E-modul

a. Pengertian modul

Modul adalah satuan standar dalam suatu sistem yang dapat berdiri sendiri tetapi tetap menunjang keseluruhan struktur. Dalam konteks pembelajaran, modul mencakup perencanaan tujuan yang jelas, penyediaan materi pelajaran dan alat yang diperlukan, serta evaluasi untuk mengukur keberhasilan. Modul dirancang sebagai bagian

³² Marinu Waruwu, "Metode Penelitian Dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan Dan Kelebihan" 9 (2024): 1220–1230.

terintegrasi dari program yang lebih besar, berfungsi untuk mendukung proses belajar-mengajar dengan efektif³³. Modul tidak hanya membantu siswa menjadi lebih aktif dalam belajar, tetapi juga mendukung guru dalam memberikan bimbingan dan menambah variasi sumber belajar yang tersedia bagi siswa³⁴.

Sebagai sarana pembelajaran, modul memiliki peran penting dalam proses belajar-mengajar. Bahan ajar yang dikembangkan dengan mempertimbangkan kebutuhan guru dan siswa, serta dimanfaatkan secara tepat, dapat menjadi faktor penting dalam peningkatan kualitas pembelajaran. Dengan adanya bahan ajar, peran guru dan siswa dalam kelas akan mengalami perubahan. Guru yang sebelumnya dianggap sebagai satu-satunya sumber informasi, dan siswa yang hanya berperan pasif sebagai penerima informasi, kini berubah. Guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber belajar, melainkan lebih berperan sebagai fasilitator yang membantu dan membimbing siswa dalam proses belajar.

Pemanfaatan bahan ajar yang disusun berdasarkan kebutuhan pembelajaran mendorong siswa untuk lebih aktif dalam belajar. Materi dapat dipelajari terlebih dahulu secara mandiri oleh siswa sebelum proses pembelajaran berlangsung di kelas. Sehingga, saat materi dibahas di kelas, siswa sudah memiliki pengetahuan dasar yang cukup. Hal ini

³³ Menteri pendidikan kebudayaan riset dan teknologi, "Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran," 2022.

³⁴ Najuah, Pristi Suhendro Lukitoyo, and Winna Wirianti, *Modul Elektronik : Prosedur Penyusunannya Dan Aplikasinya* (medan: Yayasan Kita Menulis, 2020).

memungkinkan waktu pembelajaran di kelas tidak lagi digunakan oleh guru untuk memberikan penjelasan panjang lebar tentang materi, melainkan lebih difokuskan pada diskusi dan mengupas materi yang belum dipahami siswa. Dalam kegiatan pembelajaran, penggunaan modul sebaiknya disesuaikan dengan sasaran pembelajaran serta tantangan yang dihadapi oleh pendidik. Secara umum, terdapat dua tipe modul yang sering dimanfaatkan, yakni modul digital (elektronik) dan modul dalam bentuk cetak.

b. Pengertian e-modul

E-modul menjadi sarana belajar mandiri yang tersusun secara terstruktur dalam beberapa bagian pembelajaran dan disajikan dalam format digital. Setiap aktivitas dalam e-modul terhubung melalui tautan yang memudahkan navigasi, sehingga siswa dapat berinteraksi secara aktif dengan materi. Kehadiran elemen multimedia seperti video panduan, animasi, dan audio turut memperkaya proses belajar yang dialami siswa dan menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif bagi siswa³⁵. Secara umum, e-modul mengadaptasi karakteristik, format, dan bagian-bagian yang ada pada modul cetak, tetapi e-modul memiliki perbedaan dalam hal penggunaan fasilitas teknologi yang menyertainya³⁶.

³⁵ Najuah, Lukitoyo, and Wirianti. "modul elektronik: prosedur penyusunan dan aplikasinya". (2020)

³⁶ Sri Ramadela Putri and Festiyed, "Meta-Analisis Implementasi Landasan Ilmu Pendidikan Dalam Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis Pendekatan Sets (Science Environments Technology Society) Pada Pembelajaran Fisika" 5, no. 1 (2019): 57–64.

E-modul dapat diterapkan di berbagai bidang pendidikan, baik di lingkungan formal seperti sekolah dan universitas, maupun di lingkungan informal seperti kursus atau pelatihan. Karena sifatnya yang digital, e-modul sangat cocok digunakan dalam metode pembelajaran jarak jauh, di mana siswa dapat belajar secara mandiri dari mana saja. Selain itu, e-modul juga mendukung konsep *blended learning*, yaitu kombinasi antara pembelajaran tatap muka dan pembelajaran online, sehingga materi dapat diakses kapan pun sebagai pelengkap atau pengayaan dari aktivitas belajar di kelas³⁷.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa e-modul merupakan bahan ajar digital yang efektif dan fleksibel, mampu mendukung berbagai metode pembelajaran, baik di pendidikan formal maupun informal. Dengan kemampuannya untuk memfasilitasi pembelajaran jarak jauh dan *blended learning*, e-modul memberikan kemudahan akses, interaktivitas, serta fleksibilitas dalam proses belajar mengajar, memungkinkan siswa untuk belajar kapan saja dan di mana saja sesuai kebutuhan

c. Ciri-ciri e-modul

E-modul menjadi hasil pengembangan dari modul cetak yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi dan informasi saat ini. Secara umum, keduanya memiliki karakteristik yang hampir serupa karena e-modul berasal dari versi cetaknya. Namun, perbedaan utama terletak pada

³⁷ Fatika Wulandari et al., “Analisis Manfaat Penggunaan E-Modul Jauh Di Masa Pandemi Covid-19” 15, no. 2 (2021): 139–144, <https://doi.org/10.30595/jkp.v15i2.10809>.

bentuk penyajiannya yang lebih praktis, karena e-modul dikemas dalam format digital sehingga memudahkan pengguna untuk mengakses, membawa, dan membacanya kapan saja. Berikut ini disajikan tabel yang menunjukkan perbedaan karakteristik antara e-modul dan modul cetak:

Tabel 2. 1 perbedaan ciri-ciri modul dan e-modul

Modul Elektronik	Modul Cetak
Ditampilkan menggunakan monitor atau layar computer/laptop	Tampilannya berupa kumpulan kertas yang berisi informasi tercetak, dijilid dan diberi cover
Lebih praktis untuk dibawa kemana-mana, modul elektronik tidak memberatkan penggunaanya dalam membawanya.	Semakin banyak jumlah halaman dalam modul cetak, maka ketebalan dan ukurannya pun akan bertambah, sehingga beban yang ditimbulkan menjadi lebih berat.
Menggunakan CD, USB Flashdisk atau memori card sebagai media penyimpanan data	Tidak menggunakan CD, USB Flashdisk atau memori card sebagai media penyimpanan data.
Biaya produksinya lebih murah jika dibandingkan dengan modul cetak	Biaya produksinya jauh lebih mahal. Terlebih jika menggunakan banyak warna.
Menggunakan sumber daya berupa tenaga listrik dan komputer (atau perangkat digital lain)	Cukup praktis digunakan karena tidak membutuhkan sumber daya khusus untuk menggunakannya
Tahan lama dan tidak lapuk dimakan waktu	Daya tahan kertas terbatas oleh waktu. Semakin lama, warna kertas dapat memudar dan lapuk
Naskah dapat di susun secara linier maupun non linier	Naskah hanya dapat disusun secara linier

d. Komponen e-modul

Secara umum, komponen yang ada dalam modul elektronik serupa dengan yang terdapat dalam buku panduan penulisan modul, yang meliputi:

1. Bagian awal

- a. Judul, disusun secara menarik agar mampu merepresentasikan isi materi yang dibahas dalam modul tersebut.

- b. Daftar isi, memuat susunan topik-topik pembelajaran yang akan dikaji
- c. Peta informasi, menyajikan keterkaitan antar topik pada modul tersebut
- d. Tujuan kompetensi, berisi uraian kompetensi dasar serta indikator yang menjadi sasaran dalam proses pembelajaran berdasarkan materi yang disajikan

2. Bagian inti

- a. Pendahuluan atau tinjauan umum materi, menyajikan ringkasan secara menyeluruh mengenai isi modul, yang bertujuan untuk menumbuhkan keyakinan pada pembaca bahwa modul ini bermanfaat dan layak dipelajari.
- b. Hubungan materi dengan pelajaran lain dan kehidupan sehari-hari, dimaksudkan agar isi modul menjadi lebih relevan dan aktual dengan cara menghubungkan konsep-konsep yang dibahas dengan pelajaran lain atau pengalaman nyata dalam kehidupan.
- c. Uraian materi, merupakan penjabaran secara rinci dan terstruktur mengenai topik yang dibahas, sehingga dapat membantu pembaca memahami isi materi secara lebih mudah dan menyeluruh
- d. Penugasan, ditujukan kepada pembaca sebagai sarana memperdalam penguasaan terhadap materi. Tugas-tugas ini bisa berupa aktivitas menghafal konsep, mengaitkan isi pembelajaran

dengan situasi nyata sehari-hari, atau menyelesaikan soal dan studi kasus tertentu

- e. Rangkuman, terletak di bagian akhir dari isi utama modul yang memuat poin-poin penting serta penarikan kesimpulan dari seluruh materi yang telah dijelaskan sebelumnya.

3. Bagian penutup

- a. Glossary atau daftar istilah, bagian yang menyediakan penjelasan dari berbagai konsep yang dibahas dalam modul. Kehadiran istilah-istilah ini bertujuan untuk membantu pembaca dalam mengingat serta memahami kembali materi yang telah dipelajari.
- b. Indeks, memuat daftar kata-kata kunci dari istilah penting yang digunakan dalam modul, lengkap dengan nomor halaman yang menunjukkan di mana istilah tersebut bisa ditemukan
- c. Daftar pustaka, berisi kumpulan literatur atau bahan acuan yang digunakan penulis sebagai landasan dalam proses penyusunan modul.

e. Kelebihan e-modul

E-modul memiliki sejumlah keuntungan dibandingkan dengan modul dalam bentuk cetak, di antaranya:

- 1. Mampu mendorong motivasi belajar siswa, karena setiap materi dan tugas disesuaikan dengan kemampuan siswa serta dibatasi dengan jelas, sehingga siswa merasa lebih terarah.

2. Hasil pembelajaran dapat diketahui secara langsung, baik oleh guru maupun siswa, setelah dilakukan proses evaluasi.
3. Bahan pelajaran terbagi lebih merata dalam satu semester
4. Efektivitas pendidikan meningkat, sebab penyusunan isi pelajaran disesuaikan dengan tingkat kemampuan akademik siswa.
5. Penyampaian materi bersifat lebih dinamis dan melibatkan interaksi, membuat pembelajaran terasa lebih hidup dan tidak monoton.

f. Kekurangan e-modul

Meskipun memiliki banyak keunggulan, e-modul juga menyimpan beberapa kekurangan, seperti:

1. Kesulitan dalam menumbuhkan kedisiplinan belajar siswa, karena ada kemungkinan sebagian siswa belum memiliki komitmen belajar yang tinggi secara mandiri
2. Fasilitator dituntut untuk konsisten memantau proses pembelajaran, termasuk memberi semangat, melakukan pendampingan, dan menyediakan waktu konsultasi secara personal kepada siswa.
3. Minimnya interaksi secara langsung antara guru dan siswa, sebab komunikasi banyak digantikan melalui media elektronik³⁸.

³⁸ Lastri, "Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran." 2023. Hal 1139-1146

3. STEM (*Science, Thechnology, Engineering, Mathematics*)

a. Pengertian STEM

Pada tahun 1990-an, *National Science Foundation* memperkenalkan konsep STEM, sebuah akronim yang menyatukan sains, teknologi, teknik, dan matematika sebagai bagian dari upaya strategis oleh para ahli di bidang-bidang tersebut untuk menggabungkan kekuatan dan menciptakan pengaruh politik yang lebih besar. Namun, pendidikan STEM lebih dari sekadar penyatuan disiplin ilmu tersebut; ini merupakan pendekatan interdisipliner dan terapan yang dikombinasikan dengan pembelajaran berbasis masalah di dunia nyata. Dalam pendidikan STEM, keempat bidang ini diintegrasikan melalui metode pengajaran dan pembelajaran yang aktif dan terpadu. Kita sekarang menyadari bahwa mata pelajaran ini tidak dapat dan seharusnya tidak diajarkan secara terpisah, sebagaimana mereka juga tidak berdiri sendiri dalam dunia nyata atau dalam lingkungan kerja³⁹. Torlakson (2014) mengungkapkan bahwa pendekatan yang mengintegrasikan keempat aspek tersebut merupakan perpaduan yang tepat antara pembelajaran melalui pemecahan masalah dan tantangan yang berasal dari kehidupan nyata. Pendekatan semacam ini mampu membangun suasana belajar yang saling terhubung secara utuh dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik, karena keempat unsur tersebut saling melengkapi dan dibutuhkan secara

³⁹ Faye Ong and John McLean, *Innovate A Blueprint for STEM Education - Science (CA Dept of Education)*, 2014.

bersamaan dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan disiplin secara terpisah, tetapi juga menekankan pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dengan menerapkan model STEM, siswa dapat diajak berpikir kreatif serta menerapkan pengetahuan dalam konteks praktis⁴⁰.

Pendekatan pembelajaran yang menggabungkan empat disiplin utama diantaranya sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam sebuah instruksi terpadu yang mendorong siswa untuk belajar secara praktis dan berbasis masalah. Pendekatan ini tidak hanya melibatkan eksperimen dan penyelidikan ilmiah, tetapi juga mengintegrasikan teknologi dan teknik dalam perancangan solusi, serta menggunakan analisis matematika untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Yang membedakan konsep STEM modern dari sebelumnya adalah fokusnya pada pendekatan pengajaran berbasis keterampilan, seperti kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, dan kreativitas, yang semuanya berperan dalam keberhasilan pendidikan interdisipliner. Pendekatan STEM ini merupakan inovasi pembelajaran yang memungkinkan siswa mempelajari sains, teknologi, teknik, dan matematika secara menyeluruh dalam satu materi pelajaran. Integrasi ini memberikan siswa kesempatan untuk memahami

⁴⁰ Rahmat Fauzi et al., *Model STEM Dalam Pendidikan* (Bandung: WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG, 2021).

keterkaitan antar disiplin ilmu dan bagaimana menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata ⁴¹.

Dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk memperkuat pemahaman praktis siswa dan mempersiapkan mereka menghadapi tantangan di era globalisasi dan perkembangan teknologi. Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan disiplin ilmu secara terpisah, tetapi juga menekankan pada pemecahan masalah nyata melalui berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Dengan model STEM, siswa belajar secara praktis, berbasis masalah, dan terlibat dalam penyelidikan ilmiah, desain solusi, serta analisis matematis, yang semuanya membekali mereka dengan keterampilan untuk berinovasi dan berkontribusi dalam masyarakat.

b. Karakteristik STEM

Pendekatan STEM, yang mencakup Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika, memiliki sejumlah ciri khas yang membedakannya dari metode pembelajaran konvensional. Berikut adalah beberapa karakteristik utama dari pendekatan STEM:

1. Intregasi Disiplin ilmu

STEM menyatukan empat bidang utama sains, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam satu proses pembelajaran terpadu. Tujuan dari

⁴¹ Nur Ridha Utami, "Pengaruh Pembelajaran Dengan Pendekatan Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Pengaruh Pembelajaran Dengan Pendekatan Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas V Sekolah Dasar" (2021).

pendekatan ini adalah untuk membangun pemahaman yang menyeluruh dan saling berhubungan antara disiplin ilmu tersebut, sehingga siswa dapat memahami keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikannya dalam konteks dunia nyata.

2. Fokus pada pemecahan masalah

Pendekatan STEM berfokus pada penyelesaian masalah yang terkait dengan kehidupan sehari-hari. Siswa dihadapkan pada tantangan-tantangan nyata yang mengharuskan mereka menggunakan pengetahuan dari empat disiplin ilmu untuk menemukan solusi. Ini mendorong mereka untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menghadapi berbagai persoalan

3. Pembelajaran berbasis proyek

Metode pembelajaran dalam STEM sering kali menggunakan pendekatan berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dan berbasis masalah (*Problem-Based Learning*). Siswa bekerja dalam kelompok untuk merancang, merencanakan, dan melaksanakan proyek yang melibatkan penelitian serta pengembangan solusi. Pendekatan ini juga membantu meningkatkan kemampuan kolaborasi dan komunikasi antar siswa

4. Pengembangan keterampilan Abad 21

Pendekatan STEM mendukung pengembangan keterampilan penting abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kerjasama, dan komunikasi. Melalui keterlibatan langsung dalam proyek dan

kegiatan penelitian ilmiah, siswa tidak hanya mempelajari materi, tetapi juga mengasah keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di dunia profesional.

5. Keterlibatan aktif siswa

STEM mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Siswa didorong untuk bertanya, mengeksplorasi, serta terlibat dalam eksperimen dan diskusi kelompok, sehingga membuat proses pembelajaran lebih menarik dan relevan

6. Penerapan teknologi

Teknologi memainkan peran penting dalam pendekatan STEM. Siswa tidak hanya mempelajari teknologi, tetapi juga memanfaatkannya melalui penggunaan alat dan platform digital dalam proses pembelajaran, yang membantu mereka memahami penerapan teknologi dalam berbagai konteks

7. Konteks dunia nyata

Pembelajaran STEM sering kali diterapkan dalam konteks dunia nyata, memungkinkan siswa untuk melihat bagaimana apa yang mereka pelajari dapat digunakan secara langsung. Ini meningkatkan motivasi dan minat siswa terhadap materi yang dipelajari⁴².

c. Komponen STEM

⁴² Arief Muttaqin, "Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21" 13 (2023): 34–45.

STEM merupakan singkatan dari sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Dalam pembelajaran, STEM termasuk pendekatan yang menghubungkan keempat bidang ini secara terpadu. Pendekatan ini bertujuan untuk membantu siswa memahami dan memecahkan masalah yang nyata dalam kehidupan sehari-hari serta membekali mereka dengan keterampilan yang dibutuhkan di dunia kerja profesional⁴³. Beberapa komponen STEM, yaitu :

1. Komponen *science*, merupakan kumpulan pengetahuan yang terus berkembang dari waktu ke waktu melalui penelitian ilmiah. Pengetahuan ini membantu memberikan informasi yang berguna dalam proses merancang sesuatu di bidang teknik
2. Komponen *technology*, berkaitan dengan penggunaan alat dan teknik untuk memecahkan masalah. Teknologi dapat berupa teknologi yang digunakan (memanfaatkan teknologi yang sudah ada) maupun yang dikembangkan (merancang atau menciptakan teknologi baru sesuai kebutuhan)
3. Komponen *engineering*, berpusat pada perancangan dan pembuatan produk atau sistem, dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip sains dan matematika untuk menghasilkan solusi yang tepat dan optimal
4. Komponen *mathematics*, melibatkan penerapan angka, rumus, dan analisis data untuk menyelesaikan masalah nyata. Matematika

⁴³ Losarini Sumartati, "Science , Technology , Engineering And Mathematics Approach In Chemistry Learning 4 . 0 Pendekatan Science , Technology , Engineering And Mathematics Dalam Pembelajaran Kimia 4 . 0" 1, no. 1 (2020): 1–8.

memiliki peran krusial dalam mendukung sains dan teknologi serta dalam proses pengambilan keputusan yang didasarkan pada data⁴⁴.

d. Tujuan Pendekatan STEM

Tujuan dari pendekatan STEM adalah untuk membina kemampuan siswa yang diaplikasikan dalam proses pembelajaran di jenjang sekolah menengah, khususnya pada mata pelajaran yang menuntut pemahaman mendalam serta penguasaan pengetahuan yang bersifat kompleks., Menurut Bybee (2011), siswa yang memiliki literasi STEM diharapkan mampu menunjukkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan dalam mengidentifikasi pertanyaan maupun permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari, memahami dan menjelaskan berbagai fenomena alam, merancang solusi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang relevan dengan isu-isu STEM. Di samping itu, mereka juga diharapkan memiliki pemahaman mengenai ciri khas masing-masing bidang dalam STEM sebagai hasil dari proses pengetahuan, investigasi, dan perancangan yang dilakukan manusia, serta menyadari peran penting bidang-bidang tersebut dalam membentuk lingkungan material, cara berpikir, dan budaya masyarakat. Siswa juga diharapkan mau terlibat dalam kajian isu-isu STEM secara konstruktif, peduli, dan reflektif

⁴⁴ Ramlawati and Sitti rahma Yunus, “Desain Pembelajaran Inovatif Berbasis Pendekatan STEM,” 2021, 15–22.

sebagai warga negara yang menggunakan pemahaman STEM dalam pengambilan keputusan⁴⁵.

Pendapat lain menyatakan bahwa tujuan pendidikan STEM bagi siswa adalah untuk membekali mereka dengan literasi STEM, menguasai kompetensi abad 21, serta meningkatkan kesiapan mereka dalam menghadapi dunia kerja di bidang STEM. Selain itu, tujuan lainnya adalah menumbuhkan minat dan partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran, serta kemampuan untuk membuat keterhubungan antara konsep. Sementara itu, bagi pendidik, tujuan STEM adalah meningkatkan penguasaan konten STEM dan *pedagogical content knowledge* bertujuan agar mereka lebih efektif dalam mengajar dan mampu menghadirkan pengalaman belajar yang terintegrasi dan kontekstual bagi siswa⁴⁶. Berdasarkan pandangan para ahli tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa tujuan dari pendekatan STEM adalah untuk mempersiapkan siswa agar menguasai kompetensi abad 21, sehingga mampu bersaing dan siap bekerja di bidang yang mereka geluti.

e. Manfaat Pendekatan STEM

Pendekatan STEM tidak hanya berfokus pada aspek pengetahuan teknis, tetapi juga menekankan pada pengembangan keterampilan sosial dan kognitif yang dibutuhkan di era globalisasi. Melalui STEM, siswa dilatih untuk berpikir secara analitis dan solutif, yang berarti mereka tidak

⁴⁵ Rodger W. Bybee, "Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms Understanding A Framework for K-12 Science Education," no. December (2011).

⁴⁶ Tri Mulyani, "Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Menghadapi Revolusi," 2019.

hanya mampu menemukan masalah tetapi juga memformulasikan solusi yang tepat. Keterampilan kolaborasi dan komunikasi yang dikembangkan memungkinkan siswa bekerja secara efektif dalam tim, yang sangat penting dalam dunia kerja yang dinamis. Kreativitas dan inovasi yang dilatih melalui pendekatan ini juga berfungsi sebagai modal penting dalam menghadapi perubahan teknologi dan pasar global yang terus berkembang⁴⁷.

Oktapiani dan Hamdu (2020) menjelaskan beberapa manfaat dari pendekatan STEM. Pertama, pendekatan ini dapat mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis, kreatif, logis, inovatif, serta produktif. Selain itu, pendekatan STEM juga mendorong kerja sama dalam menyelesaikan masalah secara bersama-sama. Di samping itu, pendekatan ini membantu memperkenalkan dunia kerja kepada siswa dan mempersiapkan mereka untuk terjun ke dalamnya. Teknologi dimanfaatkan untuk menciptakan serta menyampaikan solusi inovatif, sementara siswa dilatih untuk mampu menemukan dan memecahkan masalah. Pendekatan ini juga menjadi sarana untuk meningkatkan kompetensi abad 21 dengan cara menghubungkan pengalaman nyata ke dalam pembelajaran, meningkatkan kapasitas dan kemampuan siswa.

⁴⁷ Tri Mulyani. "pendekatan pembelajaran STEM untuk menghadapi revolusi". 2019.

Terakhir, pendekatan ini juga bermanfaat untuk memenuhi standar literasi teknologi ⁴⁸.

Berdasarkan pandangan para ahli tersebut, peneliti menyimpulkan bahwa pendekatan STEM dalam pembelajaran memberikan berbagai manfaat, terutama bagi siswa. Integrasi aspek-aspek STEM membantu siswa dalam menyelesaikan masalah dengan cara yang lebih menyeluruh, membuat pengetahuan yang mereka peroleh lebih bermakna, serta memotivasi mereka untuk mencapai prestasi yang lebih baik dan meraih nilai optimal

4. Berpikir kreatif

a. Definisi berpikir kreatif

Kemampuan berpikir merupakan keterampilan penting yang dibutuhkan setiap individu agar dapat meraih keberhasilan dalam hidupnya. Sejak tahun 1916, John Dewey telah menekankan bahwa lembaga pendidikan, khususnya sekolah, seharusnya memberikan pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir. Ia menggambarkan aktivitas berpikir sebagai proses mental dalam memahami suatu hal, memecahkan permasalahan, mengambil keputusan, merumuskan solusi, serta menggali makna dan jawaban atas berbagai persoalan. Para pendidik dan orang tua pun sepakat bahwa siswa perlu diajarkan cara berpikir, terutama berpikir pada level yang lebih tinggi, karena kemampuan ini

⁴⁸ Nida Oktapiani and Ghullam Hamdu, "Desain Pembelajaran Stem Berdasarkan Kemampuan 4c Di Sekolah Dasar" VII, no. 2 (2020).

sangat esensial dan akan bermanfaat dalam berbagai aspek kehidupan mereka⁴⁹.

Kemampuan berpikir kreatif merupakan keterampilan penting yang harus dikuasai oleh siswa. Proses berpikir, memecahkan masalah, dan menciptakan hal-hal baru adalah aktivitas yang saling terkait dan kompleks. Masalah tidak bisa diselesaikan tanpa berpikir, dan banyak masalah memerlukan solusi baru yang hanya bisa ditemukan melalui kemampuan berpikir kreatif⁵⁰. Menurut Dahlan, salah satu jenis keterampilan berpikir tingkat lanjut yang perlu dikembangkan adalah kemampuan untuk berpikir secara kreatif. Dalam pembelajaran matematika, penguatan terhadap kemampuan berpikir kreatif menjadi salah satu perhatian utama. Kemampuan ini sangat diperlukan dalam proses penyelesaian masalah matematika, khususnya dalam tahapan merumuskan masalah, menafsirkan informasi, serta menyusun atau menyelesaikan model sebagai bagian dari perencanaan pemecahan masalah. Torrance juga mengemukakan bahwa proses berpikir kreatif dimulai dengan kemampuan untuk menyadari adanya perbedaan antara keadaan saat ini dengan apa yang seharusnya dicapai. Tahap ini melibatkan pengamatan yang teliti terhadap situasi serta tantangan yang ada. Setelah masalah teridentifikasi, langkah berikutnya adalah mengembangkan ide atau merumuskan hipotesis sebagai solusi.

⁴⁹ Syarifan Nurjan, "Pengembangan Berpikir Kreatif" 03, no. 01 (2018): 105–116.

⁵⁰ Aldi Setia Utama, "Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pembelajaran Fisika Berbasis Project Based Learning" (2021).

Sedangkan Pendapat lain Menurut Guilford, kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai perspektif dan menghasilkan beragam solusi yang mungkin. Hal ini mencerminkan fleksibilitas dalam berpikir, di mana seseorang mampu mengeksplorasi berbagai pendekatan yang berbeda untuk mengatasi masalah, memungkinkan munculnya solusi yang inovatif dan tidak terduga. Keterampilan ini penting dalam memecahkan masalah kompleks, karena solusi sering kali tidak hanya satu tetapi banyak kemungkinan yang dapat dieksplorasi⁵¹

Berdasarkan beberapa pendapat beberapa ahli, Kesimpulan yang dapat diambil ialah Keterampilan berpikir kreatif adalah kemampuan yang sangat penting bagi siswa untuk dapat menyelesaikan masalah dan menghasilkan solusi yang inovatif. Proses berpikir kreatif melibatkan pengamatan mendalam terhadap kesenjangan antara kondisi saat ini dan yang diinginkan, sebagaimana diidentifikasi oleh Torrance. Setelah masalah dikenali, proses kreatif berlanjut dengan membentuk ide atau hipotesis. Guilford menambahkan bahwa berpikir kreatif juga melibatkan kemampuan untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang, memungkinkan individu mengeksplorasi beragam solusi yang inovatif. Fleksibilitas berpikir ini sangat penting dalam menghadapi tantangan

⁵¹ Erni Kasim and Darwis, *Buku Ajar Berpikir Kreatif*, ed. Aas Masruroh (Bandung: Widina Media Utama, 2024).

yang kompleks, karena solusi terbaik sering kali ditemukan melalui pendekatan yang berbeda

b. Indikator berpikir kreatif

Williams menunjukkan ciri-ciri kemampuan berpikir kreatif yaitu:

1. Kefasihan adalah kemampuan seseorang dalam menghasilkan berbagai ide, gagasan, atau pertanyaan dalam jumlah yang banyak.
2. Fleksibilitas merujuk pada kemampuan untuk menciptakan beragam jenis pemikiran serta kemudahan dalam berpindah dari satu bentuk pemikiran ke bentuk lainnya.
3. Orisinalitas merupakan kemampuan untuk berpikir dengan cara yang berbeda dari biasanya, menggunakan ungkapan-ungkapan yang unik, serta menghasilkan ide-ide yang tidak umum atau jarang ditemui.
4. Elaborasi adalah kemampuan untuk memperluas, menambahkan, atau merinci suatu ide, objek, atau situasi dengan unsur-unsur yang lebih detail.⁵²

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, indikator kemampuan berpikir kreatif yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir orisinal (*originality*), dan kemampuan memperinci (*elaboration*). *Fluency* merujuk pada kemampuan peserta didik dalam menghasilkan berbagai jawaban yang bervariasi dan benar. Suatu jawaban dianggap beragam apabila

⁵² Irna Rahmawati, "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Smp," 2016, 16–18.

menunjukkan perbedaan satu sama lain serta mengikuti pola tertentu. *Flexibility* menunjukkan kemampuan peserta didik untuk mengemukakan berbagai ide dengan pendekatan yang berbeda dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Siswa diharapkan mampu menguraikan metode penyelesaian yang digunakan. *Originality* mengacu pada kemampuan siswa dalam memberikan jawaban yang tidak biasa, unik, dan tetap bernilai kebenaran. *Elaboration* mengacu pada kemampuan siswa dalam mengembangkan serta menambahkan rincian pada suatu gagasan. Siswa diharapkan dapat memberikan penjelasan tambahan guna memperjelas jawaban yang diberikan⁵³

Keterampilan berpikir kreatif dalam penelitian ini sebagaimana yang diungkapkan oleh Munandar antara lain; (1) keterampilan berpikir lancar (*Fluency*), (2) Keterampilan berpikir luwes (*Flexibility*), (3) Keterampilan berpikir orisinil (*Originality*), (4) Keterampilan memperinci (*Elaboration*), Adapun indikator keterampilan berpikir kreatif dapat dilihat pada Tabel berikut:⁵⁴

⁵³ Irna Rahmawati. "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Smp," 2016, 16–18.

⁵⁴ Aldi Setia Utama, "Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Pembelajaran Fisika Berbasis Project Based Learning," 2021.

Tabel 2. 2 indikator berpikir kreatif

Jenis keterampilan berpikir kreatif	Indikator
Keterampilan berpikir lancar (<i>Fluency</i>)	1. Mencetuskan banyak gagasan, penyelesaian masalah atau pertanyaan 2. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal
Keterampilan berpikir luwes (<i>Flexibility</i>)	1. Menghasilkan gagasan, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi 2. Dapat melihat masalah dari berbagai sudut pandang yang berbeda
Keterampilan berpikir orisinal (<i>Originality</i>)	1. Mampu mengungkapkan hal yang baru dan unik 2. Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang hal-hal yang tidak terpikirkan orang lain
Keterampilan memperinci (<i>Elaboration</i>)	1. Mampu mengembangkan atau memperkaya suatu gagasan atau produk 2. Menambahkan atau memperinci detail dari suatu objek.

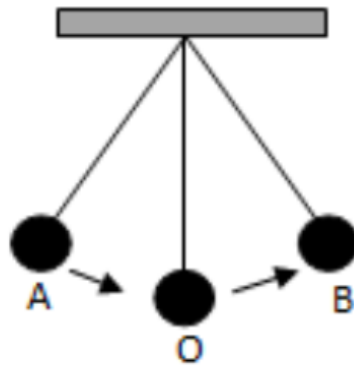
5. Getaran

Sebuah benda yang mengalami getaran selalu memiliki posisi kesetimbangan yang stabil. Ketika benda tersebut digeser dari posisi tersebut dan kemudian dilepaskan, gaya atau torsi akan bekerja untuk menarik benda kembali ke posisi setimbang. Namun, saat benda mencapai posisi keseimbangannya, benda tersebut akan memiliki energi kinetik yang membuatnya melewati posisi tersebut, berhenti di sisi yang berlawanan, dan kemudian kembali lagi ke posisi kesetimbangan. Dari contoh sederhana ini, kita bisa mendefinisikan getaran sebagai gerakan bolak-balik di sekitar titik atau posisi kesetimbangan⁵⁵.

Phatikan pada gambar 2.1. Satu getaran dapat diartikan sebagai satu siklus penuh pergerakan, yaitu dari titik awal kembali ke titik yang sama.

⁵⁵ Okky Fajar Tri Maryana et al., *Ilmu Pengetahuan Alam* (Jakarta Selatan, 2021). Hal 104

Sebuah getaran terjadi ketika benda bergerak dari titik A ke O, kemudian ke B, kembali lagi ke O, dan akhirnya kembali ke titik A, atau dari titik B ke O, kemudian ke A, dan kembali lagi ke O, lalu ke B. Bandul tidak akan melewati titik A atau B lebih jauh karena kedua titik tersebut merupakan simpangan maksimum. Simpangan maksimum ini disebut amplitudo. Di titik A atau B, benda akan berhenti sejenak sebelum kembali bergerak. Contoh amplitudo adalah jarak antara O dan B atau antara O dan A. Jarak antara titik keseimbangan pada waktu tertentu disebut simpangan⁵⁶.



Gambar 2. 1 Getaran pada ayunan sederhana⁵⁷

Dalam membahas berbagai jenis gerakan osilasi atau getaran, terdapat beberapa istilah yang perlu dipahami, yaitu amplitudo, periode, frekuensi, dan frekuensi sudut. Amplitudo getaran, yang biasanya dilambangkan dengan huruf A, merujuk pada jarak maksimum yang ditempuh benda dari posisi keseimbangannya. Periode getaran, yang disimbolkan dengan huruf T, adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus getaran penuh.

⁵⁶ Okky Fajar Tri Maryana et al. *Ilmu Pengetahuan Alam* (Jakarta Selatan, 2021). Hal 104

⁵⁷ Okky Fajar Tri Maryana et al. *Ilmu Pengetahuan Alam* (Jakarta Selatan, 2021). Hal 105

Frekuensi getaran, yang dilambangkan dengan huruf f , menunjukkan jumlah getaran yang terjadi dalam satu satuan waktu. Satuan internasional (SI) untuk frekuensi adalah hertz. 1 hertz (1 Hz) setara dengan 1 getaran per detik.

Periode getaran yaitu waktu bagi benda untuk membuat satu getaran penuh.

Secara matematis rumus periode dapat dituliskan dengan Persamaan berikut:

$$T = \frac{t}{n}$$

Rumusan matematis frekuensi dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

Hubungan antara frekuensi dengan periode dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$f = \frac{1}{T}$$

Dengan,

T = periode

n = Jumlah getaran

f = frekuensi (Hz)

t = waktu (s)

Frekuensi sudut getaran dengan simbol ω di definisikan oleh

$$\omega = 2\pi f$$

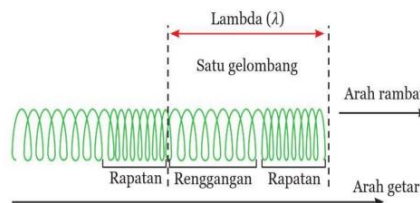
Satuan SI untuk frekuensi sudut adalah radian (rad).

6. Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat melalui suatu medium atau perantara, yang berfungsi untuk memindahkan energi dari satu lokasi ke lokasi lain. Oleh karena itu, gelombang sangat berkaitan dengan getaran, sehingga keduanya tidak dapat dipisahkan. Medium gelombang bisa berupa zat padat, cair, maupun gas, seperti tali, slinki, air, dan udara. Saat merambat, gelombang membawa energi. Misalnya, energi gelombang laut terasa jelas ketika kita berdiri di tepi pantai, di mana gelombang memberikan dorongan pada kaki kita.

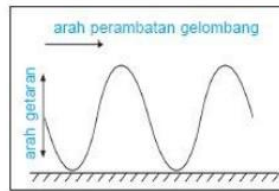
A. Jenis-jenis gelombang

1. Berdasarkan arah getarannya, gelombang dapat dibedakan menjadi dua jenis. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya, seperti pada gelombang suara. Sementara itu, gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus terhadap arah rambatannya, seperti pada gelombang yang terjadi pada tali dan gelombang cahaya



Gambar 2. 2 Gelombang longitudinal⁵⁸

⁵⁸ Okky Fajar Tri Maryana et al. Ilmu Pengetahuan Alam (Jakarta Selatan, 2021) Hal 109



Gambar 2. 3. Gelombang Tranversal⁵⁹

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu gelombang disebut periode gelombang, dengan satuan sekon (s) dan dilambangkan dengan T . Sementara itu, jumlah gelombang yang terbentuk dalam satu detik disebut frekuensi gelombang, yang dilambangkan dengan f dan memiliki satuan hertz (Hz). Gelombang yang merambat dari satu ujung ke ujung lainnya memiliki kecepatan tertentu, yang mengharuskan gelombang tersebut menempuh jarak tertentu dalam waktu yang juga spesifik.

2. Berdasarkan amplitudonya, terdapat dua jenis gelombang. Gelombang berjalan memiliki amplitudo yang tetap pada setiap titik yang dilalui, seperti gelombang yang terjadi pada tali. Sementara itu, gelombang diam atau berdiri memiliki amplitudo yang bervariasi, contohnya adalah gelombang yang terbentuk pada senar gitar yang dipetik.
3. Berdasarkan medium rambatannya, gelombang dibedakan menjadi dua. Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium dalam perambatannya, seperti gelombang pada air, gelombang pada tali, dan gelombang suara. Sementara itu, gelombang

⁵⁹ Okky Fajar Tri Maryana et al. Ilmu Pengetahuan Alam (Jakarta Selatan, 2021) Hal 109

elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat tanpa memerlukan medium, seperti gelombang cahaya.⁶⁰

B. Variabel dasar gelombang

1. Periode gelombang

Periode gelombang merujuk pada waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu gelombang penuh. Sama halnya dengan getaran, satu gelombang juga memerlukan waktu tertentu untuk terjadinya. Periode gelombang ini dilambangkan dengan **T**

2. Frekuensi gelombang

Frekuensi gelombang adalah jumlah gelombang yang terjadi dalam satuan waktu. Frekuensi (**f**) mengukur banyaknya gelombang yang terbentuk dalam satu detik (sekon). Satuan untuk frekuensi adalah hertz (Hz). Hubungan antara frekuensi (**f**) dan periode (**T**) dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$f = \frac{1}{T}$$

3. Panjang gelombang

Panjang gelombang (**λ**) yaitu jarak yang dilalui oleh gelombang yang terjadi dalam satu periode

4. Cepat rambat gelombang

⁶⁰ Lailatus Saida, "EFEKTIFITAS MODEL PEMBELAJARAN RECIPROCAL TEACHING BERBASIS MULTIPLE INTELLIGENCES (MI) TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK MATERI GETARAN, GELOMBANG DAN BUNYI KELAS VIII SMP ASSALAMAH UNGARAN," no. Mi (2015).

Jarak yang ditempuh gelombang dalam rambatannya ditempuh dalam waktu tertentu. Besarnya jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam tiap satuan waktu disebut cepat rambat gelombang (v).

$$v = \frac{s}{t}$$

Hubungan antara frekuensi (f), panjang gelombang (λ), dan cepat rambat gelombang (v) dapat dituliskan dalam persamaan :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Karena $T = \frac{1}{f}$, maka persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$\lambda = vT$$

Keterangan

λ : panjang gelombang (m)

V : cepat rambat gelombang (m/s)

f : frekuensi (Hz)

T : periode (s) ⁶¹.

C. Pemantulan pada gelombang tali dan pemanfaatannya

Ketika gelombang melewati suatu hambatan atau rintangan, seperti benda padat, gelombang tersebut akan dipantulkan. Pemantulan ini adalah salah satu karakteristik dari gelombang. Beberapa pemanfaatan gelombang dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai berikut :

⁶¹ Whicy Anggraini Putri, “Pengembangan Lkpd Pembelajaran Ipa Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Getaran Gelombang Dan Bunyi Untuk Siswa Smp/Mts” (2022).

1. Radiasi gelombang elektromagnetik cahaya matahari dimanfaatkan dalam panel surya.
 2. Sebagai pembangkit listrik di Bali berukuran 1 Mw. Gelombang laut yang menyimpan energi digunakan di pusat pembangkit listrik tenaga gelombang laut.
 3. Satelit buatan adalah seperangkat alat elektronik yang ditempatkan pada orbit tertentu di luar angkasa disebut.
 4. Sonar digunakan pada kapal-kapal laut untuk menemukan daerah di laut yang banyak ikannya.
 5. Eksplorasi minyak dan gas bumi. Penelitian terhadap perut bumi dilakukan dengan cara memberikan gelombang mekanik pada bumi ke segala arah⁶²
7. Gelombang bunyi

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal yang bergerak searah dengan arah getarannya. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar. Agar bunyi dapat terdengar, diperlukan tiga hal: 1) Sumber bunyi, 2) Medium atau perantara, dan 3) Alat penerima atau pendengar. Semakin rendah suhu udara, semakin tinggi kecepatan bunyi, yang menjelaskan mengapa bunyi terdengar lebih jelas pada malam hari dibandingkan siang hari. Pada siang hari, gelombang bunyi dibiaskan ke arah udara yang lebih panas (ke atas) karena suhu udara di permukaan bumi lebih dingin daripada udara di atasnya. Sebaliknya, pada malam hari, gelombang bunyi dipantulkan kembali ke arah

⁶² Maryana et al., *ILMU PENGETAHUAN ALAM*. 2021

bawah karena suhu permukaan bumi lebih hangat daripada udara di bagian atasnya.

a. Frekuensi bunyi

Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibagi menjadi tiga jenis: infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Bunyi infrasonik memiliki frekuensi di bawah 20 Hz dan hanya bisa didengar oleh hewan tertentu, seperti jangkrik dan anjing. Bunyi audiosonik, dengan frekuensi antara 20 hingga 20.000 Hz, dapat didengar oleh manusia. Sementara itu, bunyi ultrasonik, yang memiliki frekuensi di atas 20.000 Hz, bisa didengar oleh hewan seperti kelelawar dan lumba-lumba. Sebagai contoh, anjing dapat mendengar bunyi infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik (dari kurang dari 20 Hz hingga 40.000 Hz), yang menjelaskan mengapa anjing bisa mendengar langkah kaki manusia meskipun sangat pelan. Kelelawar juga menggunakan gelombang ultrasonik untuk "melihat" dalam kegelapan dengan mengeluarkan gelombang tersebut saat terbang, yang dipantulkan untuk membantu mereka menghindari objek

b. Karakteristik bunyi

1. Tinggi rendah dan kuat lemah bunyi

Bunyi yang dihasilkan oleh manusia bervariasi, misalnya suara perempuan yang lebih tinggi daripada suara laki-laki. Pita suara laki-laki yang lebih panjang dan berat menghasilkan nada dasar sekitar 125 Hz, sedangkan perempuan sekitar 250 Hz. Semakin tinggi frekuensi bunyi, semakin tinggi nada yang dihasilkan. Sebaliknya,

jika frekuensinya rendah, maka nada yang dihasilkan akan lebih rendah.

2. Nada

Bunyi musik yang enak didengar memiliki frekuensi getaran yang teratur, yang disebut nada. Sebaliknya, frekuensi yang tidak teratur menghasilkan bunyi yang disebut desah.

3. Warna atau kualitas bunyi

Setiap alat musik menghasilkan suara khas yang dapat dibedakan, misalnya gitar dan piano. Kualitas bunyi ini disebut timbre atau warna suara. Begitu juga pada manusia, setiap orang memiliki kualitas bunyi yang berbeda-beda, ada yang memiliki suara merdu atau serak.

4. Resonansi

Resonansi terjadi ketika getaran udara dalam suatu benda, seperti kentongan, memperkuat suara yang dihasilkan. Prinsip resonansi juga terjadi pada manusia. Ketika berbicara, pita suara bergetar dan getaran tersebut diperkuat oleh udara dalam kotak suara, menghasilkan suara yang lebih keras.

c. Pemantulan bunyi

1. Bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli

Jika kita berbicara di ruang kecil, bunyi yang terdengar lebih keras karena jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul dekat, sehingga bunyi asli dan pantulan terdengar hampir bersamaan.

2. Gaung atau kerdam

Gaung merupakan bunyi pantul yang terdengar bersamaan dengan bunyi asli sehingga membuat suara asli terdengar tidak jelas. Untuk menghindari gaung, dinding ruangan besar perlu dilapisi dengan bahan peredam suara, seperti karet busa atau karpet. Biasanya bahan ini digunakan di bioskop, studio, atau aula.

3. Gema

Jika kita berteriak di tempat terbuka atau di lereng gunung, kita akan mendengar bunyi pantul yang sama persis dengan bunyi asli, tetapi terdengar setelah beberapa saat. Gema terjadi karena gelombang bunyi membutuhkan waktu untuk memantul kembali setelah mencapai dinding atau permukaan yang keras⁶³.

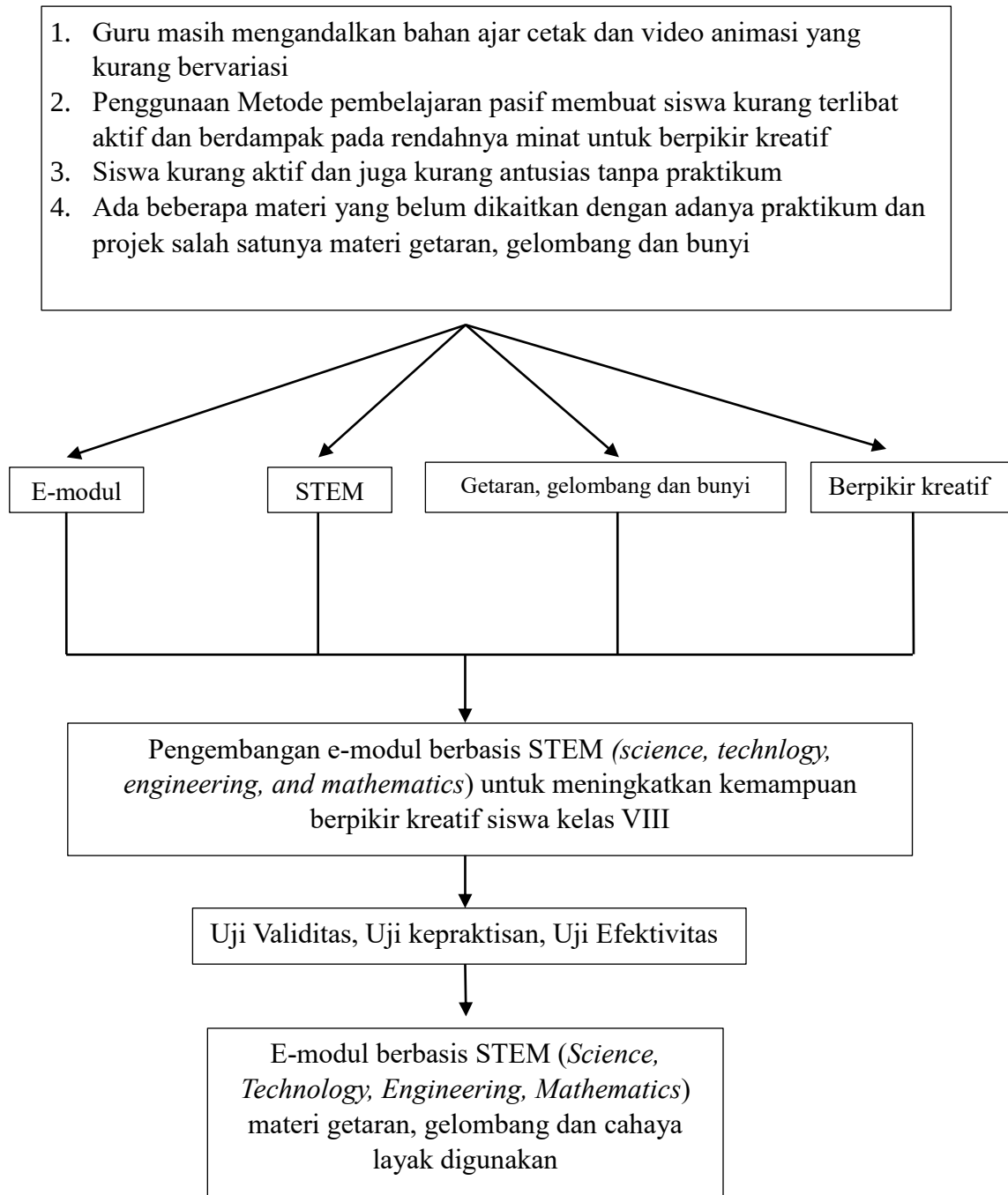
B. Kerangka Berpikir

Dalam proses pembelajaran, metode ceramah yang dominan dan terbatasnya sumber belajar dapat membuat pembelajaran terasa monoton. Untuk meningkatkan dinamika kelas, minat belajar, dan keterlibatan siswa, diperlukan inovasi dalam penggunaan media pembelajaran. Perkembangan ilmu

⁶³ F Angraini, "Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis Science Technology Engineering Mathematic (STEM) Untuk Menumbuhkan High Order Thinking Skill (HOTS) ...," *Jurnal Muara Pendidikan* 7, no. 1 (2022): 33–40, <http://repository.iainbengkulu.ac.id/9044/%0Ahttp://repository.iainbengkulu.ac.id/9044/1/FOPYANGRAINI.pdf>.

pengetahuan dan teknologi yang pesat di abad ke-21 mendorong perlunya peningkatan proses pendidikan di sekolah. Pembelajaran di era ini menuntut siswa untuk menguasai sebuah keterampilan, salah satunya yaitu kreativitas, agar mampu bersaing di masa depan. Pendekatan STEM menawarkan solusi untuk mengembangkan kompetensi tersebut dengan mengintegrasikannya ke dalam bahan ajar. Salah satu bentuk bahan ajar yang berkualitas dan penting dalam proses pembelajaran adalah e-modul yang berbasis STEM.

Tabel 2. 3 kerangka berpikir



Tabel 2. 4 Keterkaitan antara fase STEM-PjBL , komponene STEM, dan indikator berpikir kreatif

Fase STEM-PjBL	Komponen STEM	Indikator berpikir kreatif
<i>Reflection</i>	- Sains: Mengidentifikasi masalah nyata yang dapat dijelaskan secara ilmiah	<i>Fluency</i> (kelancaran Ide) karena siswa dilatih menghasilkan berbagai ide terkait masalah
<i>Research</i>	- Teknologi: Menggunakan alat atau sumber digital untuk eksplorasi awal	<i>Elaboration</i> (pengelaborasi ide), menggali dan memperluas informasi dari berbagai sumber
<i>Discovery</i>	- Sains: Mengamati dan mengumpulkan data ilmiah.	<i>Originality</i> , menemukan ide atau solusi yang baru dan unik
<i>Application</i>	- Rekayasa: Produk hasil proses rekayasa yang sesuai dengan kebutuhan. - Matematika: Menampilkan hasil dalam bentuk visualisasi data yang kuat	<i>Flexibility</i> (keluwesan berpikir), karena siswa menggunakan berbagai cara untuk menghasilkan produk yang bervariasi.
<i>Communication</i>	- Sains: Penjelasan ilmiah yang mendalam - Rekayasa: Demonstrasi cara kerja produk	<i>Elaboration</i> (Pengelaborasi Ide) siswa memberikan penjelasan yang lebih mendalam tentang hasil proyek mereka