

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi industri 4.0 yang muncul di abad-21 ditandai dengan terjadinya perubahan yang sangat pesat pada segala aspek kehidupan baik dalam teknologi, politik, sosial, dan ilmu pengetahuan. Menurut *World Economic Forum* (2020) dalam *The Future of Jobs Report 2020* menyatakan bahwa perubahan pesat pada bidang teknologi berdampak pada jenis pekerjaan yang dibutuhkan di masa yang akan datang. Perubahan jenis pekerjaan yang dibutuhkan juga berpengaruh terhadap keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk memenuhi jenis pekerjaan tersebut (Li, 2022). Seiring dengan perubahan tersebut, sistem pendidikan di Indonesia juga beradaptasi untuk memenuhi tuntutan global dan menghasilkan generasi yang berkualitas. Lase (2019) mengemukakan bahwa untuk dapat beradaptasi dengan perkembangan Revolusi Industri 4.0, penting untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan dari tingkat dasar hingga perguruan tinggi. Sejalan dengan itu, Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) menyatakan bahwa pendidikan memiliki peran penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas dan berdaya saing tinggi untuk memenuhi keterampilan abad ke-21 (dalam Widiyaningsih dkk., 2024).

Menurut penelitian yang relevan, beberapa keterampilan abad ke-21 ditentukan berdasarkan kualifikasi yang dibutuhkan oleh produsen atau pengusaha dari tenaga kerja masa depan (Rios dkk., 2020). Keterampilan abad ke-21 memungkinkan siswa untuk mengarahkan pengetahuan mereka tentang proses solusi dalam berbagai disiplin ilmu, seperti masalah lingkungan hidup dan ilmu sosial. Selain itu, dengan bantuan teknologi yang tepat, keterampilan abad ke-21 membuat pembelajaran lebih bermakna dan memungkinkan individu untuk menganggap sains sebagai bagian dari kehidupan mereka sendiri. *Partnership for 21st Century Skills* (P21) telah membuat kerangka yang komprehensif mengenai keterampilan abad ke-21 (Putri dkk., 2021). P21

mengidentifikasi keterampilan yang diperlukan di abad ke-21 yaitu “4Cs” yang terdiri atas *communication, collaboration, critical thinking*, dan *creativity*.

Dalam memenuhi berbagai tuntutan tersebut, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan merumuskan Profil Pelajar Pancasila dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2020. Peraturan tersebut menjelaskan Pelajar Pancasila merupakan permujudan pelajar Indonesia yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, dengan enam ciri utama beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif. Hal ini menunjukkan bahwa profil Pelajar Pancasila telah mengintegrasikan keterampilan abad-21, salah satunya adalah berpikir kritis.

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan umum dan dikenal sebagai “*core graduate attribute*” dalam sistem pendidikan modern (Verawati dkk, 2021). Berpikir kritis merupakan kegiatan yang sangat penting untuk dikembangkan karena tujuan dari berpikir kritis adalah untuk mencapai pemahaman yang mendalam sehingga mampu mengatasi permasalahan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari (Dwi Lestari dkk, 2017). Selain itu, keterampilan berpikir kritis juga dianggap sebagai salah satu fondasi dari keterampilan lainnya termasuk keterampilan komunikasi, keterampilan kolaboratif, keterampilan hidup, keterampilan karir, kesadaran global, dan keterampilan belajar dan inovasi (Sri Retnowati dkk., 2020). Menurut Quita dkk dan Khasanah (dalam Pursitasari dkk., 2020) keterampilan berpikir kritis sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari dan berpengaruh pada keberhasilan siswa secara akademis dan profesional di masa depan. Dengan demikian, komponen berpikir kritis harus ada dalam proses pembelajaran untuk membekali siswa dengan keterampilan berpikir kritis (Sri Hartati Wulandari dkk., 2017). Sehingga keterampilan berpikir kritis perlu dilatihkan kepada siswa selama proses pembelajaran.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia masih berada pada kategori rendah. Salah satunya adalah hasil penelitian Fitriyani (dalam Dwi Arista dkk., 2022.) yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih dikatakan rendah, yaitu sebesar

48,74 pada kelas kontrol dan 62,68 pada kelas eksperimen. Selain itu Suciono, dkk (2020) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa SMA termasuk pada kategori kurang kritis dengan rata-rata 45,40. Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa masih banyak siswa yang keterampilan berpikir kritisnya berada dalam kategori rendah. Maka perlu dilatihkan keterampilan berpikir kritis dalam proses pembelajaran. Pada kegiatan pembelajaran guru perlu mengajarkan cara berpikir dan memberikan informasi yang akurat untuk merangsang kemampuan berpikir siswa (Sri Retnowati dkk, 2020). Selain itu, agar siswa memiliki keterampilan berpikir kritis maka diperlukan suasana belajar dan proses pembelajaran yang dapat membuat siswa secara aktif mengembangkan potensi diri untuk memiliki keterampilan tersebut. Dalam menanamkan kemampuan berpikir kritis peserta didik di sekolah, pendidik dapat berusaha untuk menerapkan model/metode/strategi/pendekatan pembelajaran yang bervariasi dan inovatif agar siswa lebih tertarik dan termotivasi untuk mengikuti pembelajaran (Prameswari & Suharno, 2018).

Selain keterampilan berpikir kritis, *World Economic Forum* (2020) menyatakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan pada tahun 2025 adalah *technology use, monitoring and control*. Hal ini sejalan dengan framework P21 yang menunjukkan bahwa kemampuan ICT (*Information, Communication, and Technology*) Literacy dibutuhkan pada abad-21. Berdasarkan hal tersebut, agar siswa siap menghadapi tantangan global maka literasi teknologi perlu dilatihkan pada siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Salah satu asosiasi yang fokus terhadap pengembangan literasi dan teknologi NAEP (*National Assessment of Education Progress*) menyatukan literasi teknologi dan literasi *engineering* menjadi *Technologi and Engineering Literacy* (TEL) atau literasi teknologi, dan rekayasa yang didefinisikan sebagai kemampuan untuk menggunakan, memahami, dan mengevaluasi teknologi, serta memahami prinsip dan strategi teknologi yang diperlukan untuk mengembangkan solusi dan mencapai tujuan dari penggunaan teknologi itu sendiri. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chairulli & Rahmi (2022) diperoleh bahwa kemampuan TEL siswa SMA di salah satu sekolah di

Bukittinggi adalah 52,7% sehingga berada kategori rendah. Maka kemampuan TEL perlu dilatihkan kepada siswa dalam kegiatan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang mendukung.

Dilakukan studi pendahuluan terhadap guru fisika dan siswa di salah satu SMA di Sukabumi untuk melihat gambaran siswa, kegiatan pembelajaran di kelas, serta perangkat pembelajaran yang digunakan di sekolah. Berdasarkan studi pendahuluan tersebut, diperoleh bahwa soal ujian tengah semester kelas XI yang memiliki proporsi soal C1 16%, C2 40%, C3 32%, C4 8%, C5 4%, dan C6 0% dengan tingkat C5 dan C6 termasuk ke dalam *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Keduanya termasuk dalam ranah berpikir kritis karena melibatkan evaluasi informasi secara mendalam dan pengembangan ide atau solusi, tidak hanya sekedar hafalan. Berdasarkan hasil ujian tengah semester salah satu kelas, diperoleh bahwa sebagian besar siswa belum bisa menjawab soal yang berada pada tingkat C5 dan C6. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa pada salah satu kelas tersebut masih tergolong rendah. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan siswa diketahui bahwa pembelajaran fisika di sekolah sudah mengimplementasikan kurikulum merdeka sehingga pembelajaran berpusat pada siswa, tetapi selama proses siswa jarang dilatih untuk merancang solusi dari suatu permasalahan sehari-hari terkait materi yang sedang dipelajari. Contohnya pada saat pelaksanaan proyek maupun penyelidikan, biasanya siswa sudah diberikan gambaran besar mengenai apa saja yang perlu dilakukan. Hal ini menyebabkan siswa tidak terlatih untuk berpikir kritis dalam merancang penyelesaian ketika terdapat suatu masalah. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa juga diketahui bahwa penerapan teknologi dalam proses pembelajaran juga masih jarang. Guru juga jarang menjelaskan secara terperinci mengenai penerapan konsep fisika dalam suatu teknologi. Hal ini menyebabkan siswa kurang memahami konsep fisika yang menjadi prinsip-prinsip dasar dari suatu teknologi, serta siswa kurang terlatih dalam menggunakan teknologi dalam menyelesaikan permasalahan. Hasil dari studi pendahuluan tersebut diperoleh informasi bahwa pembelajaran yang terjadi di sekolah saat ini masih belum efektif dan efisien dalam melatih keterampilan berpikir kritis dan TEL.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, diperoleh bahwa bahan ajar yang sering digunakan pada proses pembelajaran adalah modul. Modul yang umumnya digunakan di sekolah pada dasarnya hanya memuat materi yang dipelajari, namun jarang dilengkapi dengan pertanyaan maupun soal yang dapat melatih siswa untuk berpikir kritis. Selain itu, meskipun terdapat kegiatan praktikum, guru biasanya sudah memberikan kertas yang berisi penjelasan praktikum termasuk langkah-langkah praktikum yang biasanya sudah disediakan secara lengkap sehingga siswa tidak terlatih untuk merancang prosedur penelitiannya sendiri. Modul yang ada juga jarang memuat penjelasan mengenai penerapan teknologi dalam konteks pembelajaran. Dengan demikian, modul yang digunakan di sekolah saat ini belum sepenuhnya mampu melatih keterampilan berpikir kritis serta literasi teknologi dan rekayasa (TEL)

Prastowo (2013) mengatakan bahwa pembelajaran yang menarik, efektif, dan efisien membutuhkan bahan ajar yang inovatif bukan hanya bahan ajar konvensional. Sehingga guru dituntut untuk kreatif dalam menyusun bahan ajar yang inovatif, variatif, menarik, kontekstual dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Oleh karena itu, penting untuk merancang bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum dan pembelajaran abad 21 sehingga mampu memberikan pengalaman belajar dan melatih keterampilan berpikir kritis bagi siswa. Namun Suryaningsih & Dewi (2021) mengatakan bahwa pada realitanya di lapangan pada proses pembelajaran pendidik dan siswa hanya menggunakan bahan ajar berupa buku paket sebagai sumber belajar sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis belum dilatihkan dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu Dewi dkk (2018) juga mengemukakan bahwa bahan ajar dalam mata pelajaran fisika yang digunakan di salah satu sekolah di Semarang masih menggunakan buku yang hanya berisi pengertian, hukum/konsep yang dipelajari, persamaan yang terkait, contoh soal, serta latihan soal, sehingga tidak melatih keterampilan berpikir kritis. Sehingga diperlukan bahan ajar dalam bentuk lain yang perlu digunakan untuk mencapai kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum dan pembelajaran di abad 21.

Bahan ajar yang dapat dikembangkan untuk melatih keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi, dan rekayasa (TEL) adalah modul. Menurut Chomsin dan Jasmadi (2008) modul adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala konsekuensinya. Menurut Retnowati (2020) modul yang dapat menstimulasi keterampilan berpikir kritis siswa adalah modul yang terintegrasi dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Selain itu Utami (2020) menyatakan bahwa penggunaan modul berbasis STEM dapat meningkatkan literasi teknologi, dan rekayasa (TEL) siswa.

STEM merupakan pendekatan pembelajaran dengan fokus mendidik siswa dalam empat disiplin ilmu, yaitu *science* (S), *technology* (T), *engineering* (E), dan *mathematics* (M). Pendekatan STEM mengumpulkan empat disiplin ilmu dan bertujuan untuk mengembangkan berbagai keterampilan abad ke-21 siswa di bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (Baran dkk., 2021). Menurut Erdogan & Ciftci (dalam A'yun, 2020) mengintegrasikan empat disiplin ilmu (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika) juga membuat STEM merupakan pendekatan inovatif yang mendukung individu untuk melek sains dan teknologi. Selain itu, menurut Afriana dkk (dalam Kurniati dkk., 2021) pendekatan STEM diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa dengan integrasi pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis sehingga dengan pendekatan ini siswa dapat memecahkan masalah, menjadi lebih baik, menjadi inovator maupun penemu, mandiri, berpikir logis, dan melek terhadap teknologi. Oleh karena itu, dengan mengintegrasikan STEM ke dalam permasalahan nyata, sehingga siswa dapat berpikir kritis dalam mengambil tindakan sebagai aplikasi praktis (Purnamasari dkk., 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nofianti (2016), pada materi gelombang bunyi siswa masih mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah terkait penerapan materi dalam kehidupan sehari-hari yaitu prinsip dasar *speaker*. Dengan begitu, diperlukan pengembangan modul fisika berbasis

STEM pada materi gelombang bunyi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi, dan rekayasa (TEL).

Berdasarkan permasalahan di atas dan hasil penelitian sebelumnya, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian mengenai pengembangan modul fisika berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta literasi teknologi, dan rekayasa (TEL) siswa SMA dalam materi gelombang bunyi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Apakah modul fisika berbasis STEM yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta literasi teknologi dan rekayasa (TEL) pada siswa SMA?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ditemukan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul fisika berbasis STEM untuk melatih keterampilan berpikir kritis serta literasi teknologi dan rekayasa (TEL) pada siswa SMA. Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dari penelitian ini diperinci sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi karakteristik modul fisika berbasis STEM yang dikembangkan
2. Menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah penggunaan modul fisika berbasis STEM
3. Menganalisis peningkatan literasi teknologi dan rekayasa siswa setelah penggunaan modul fisika berbasis STEM

1.4 Pertanyaan Penelitian

Rumusan masalah di atas secara spesifik dapat dijabarkan menjadi pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik modul fisika berbasis STEM yang dikembangkan?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah penggunaan modul fisika berbasis STEM?

3. Bagaimana peningkatan literasi teknologi dan rekayasa (TEL) siswa setelah penggunaan modul fisika berbasis STEM?

1.5 Definisi Operasional

Agar tidak terjadi kesalahpahaman terhadap istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka diperlukan definisi operasional terhadap beberapa istilah berikut :

1. Modul Fisika berbasis STEM

Modul fisika berbasis STEM merupakan modul yang berisi materi fisika yang sudah disusun secara sistematis menurut capaian pembelajaran yang mengaitkan dengan aspek *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics* (STEM). Oleh karena itu, tujuan disusunnya modul ini untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika serta mampu melatih keterampilan berpikir kritis serta literasi teknologi dan rekayasa (TEL) pada pembelajaran gelombang bunyi. Karakteristik dari rancangan modul fisika berbasis STEM yang dikembangkan yaitu: 1) materi yang terdapat pada modul sesuai dengan aspek STEM; 2) modul yang dikembangkan akan memenuhi kriteria kelayakan modul yaitu *self-instructional, sel-contained, stand alone, adaptive*, dan *user friendly*; 2) keterampilan berpikir kritis dilatihkan pada *scientific practice*, literasi teknologi dan rekayasa (TEL) dilatihkan pada *engineering practice*, dan menerapkan delapan tahapan pembelajaran menurut NGSS. Dalam penelitian ini kelayakan modul dinilai melalui proses validasi yang dilakukan oleh validator ahli (dosen dari guru) sebelum modul digunakan. Instrumen validasi modul berupa lembar *checklist*, dan analisis data yang digunakan adalah teknik validasi Aiken. Selain itu dilakukan uji keterbacaan modul oleh siswa. Hasil uji keterbacaan modul dinilai menggunakan rubrik untuk memperoleh skor yang kemudian diubah menjadi presentase yang diinterpretasikan berdasarkan kategori keterbacaan menurut Rankin dan Culhane. Kemudian setelah modul yang dikembangkan telah memenuhi kelayakan modul yang baik, maka akan dibandingkan dengan modul fisika tanpa

mengintegrasikan STEM untuk menunjukkan karakteristik dari modul fisika berbasis STEM.

2. Keterampilan berpikir kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan kognitif yang menekankan pada pembuatan keputusan mengenai apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Dalam penelitian ini, keterampilan berpikir kritis yang akan diukur yaitu: 1) *basic clarification*; 2) *bases for a decision*; 3) *inference*; 4) *advance clarification*; dan 5) *supposition and integration*. Instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini adalah tes berupa soal uraian yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penggunaan modul fisika. Analisis peningkatan keterampilan berpikir kritis diambil dari hasil penskoran yang mengacu pada rubrik penilaian kemudian dilihat berdasarkan nilai N-gain antara nilai *pretest* dan *posttest* yang selanjutnya diinterpretasikan dengan kategorisasi menurut Hake.

3. Literasi teknologi dan rekayasa (TEL)

Literasi teknologi dan rekayasa (TEL) merupakan kemampuan dalam menggunakan, memahami, dan mengevaluasi teknologi, serta memahami prinsip dasar teknologi yang diperlukan untuk mengembangkan solusi. Dalam penelitian ini TEL yang akan diukur mencakup area praktik 1) memahami prinsip-prinsip teknologi, dan 2) mengembangkan solusi untuk mencapai tujuan. Instrumen untuk mengukur literasi teknologi, dan rekayasa (TEL) dalam penelitian ini adalah tes berupa soal pilihan ganda yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penggunaan modul fisika. Analisis peningkatan literasi teknologi, dan rekayasa (TEL) dilihat berdasarkan nilai N-gain antara nilai *pretest* dan *posttest* yang selanjutnya diinterpretasikan dengan kategorisasi menurut Hake.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan hasil yang dimanfaatkan secara teoritis maupun praktis.

1. Manfaat teoretis hasil penelitian

- a. Dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pembelajaran, khususnya mengenai penggunaan modul fisika berbasis STEM dalam pembelajaran fisika di sekolah
 - b. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya yang meneliti terkait dengan modul fisika berbasis STEM
2. Manfaat praktis hasil penelitian
- a. Bagi lembaga pendidikan, diperoleh perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi, dan rekayasa (TEL), yang telah teruji sebagai perangkat pembelajaran yang layak digunakan
 - b. Bagi siswa, meningkatnya keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi, dan rekayasa (TEL)
 - c. Bagi guru, dapat menggunakan kembali modul fisika berbasis STEM pada materi fisika lainnya
 - d. Bagi peneliti, memperoleh pengalaman langsung dalam menyusun perangkat pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi, dan rekayasa (TEL)

1.7 Struktur Organisasi Tesis

Terdapat sistematika penulisan dalam penyusunan tesis, dimana tesis terdiri dari lima bab, yaitu BAB I Pendahuluan; BAB II Kajian Pustaka; BAB III Metode Penelitian; BAB IV Temuan Penelitian; BAB V Pembahasan; dan BAB VI Simpulan dan Saran. Isi dari pendahuluan merupakan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, pertanyaan penelitian, definisi operasional, dan struktur organisasi tesis. BAB II Kajian Pustaka mencakup kajian pustaka mengenai modul, keterampilan berpikir kritis, literasi teknologi serta rekayasa (TEL), materi gelombang bunyi, dan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. BAB III membahas mengenai metode penelitian yang meliputi desain penelitian, populasi dan sampel penelitian, instrumen yang digunakan, prosedur penelitian, serta analisis data yang digunakan. BAB IV membahas mengenai temuan penelitian berdasarkan data dan hasil pengolahan data untuk menjawab pertanyaan penelitian. BAB V membahas mengenai

pembahasan mengenai temuan penelitian untuk menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan sebelumnya. BAB VI berisi mengenai kesimpulan, implikasi, dan rekomendasi yang menyajikan pemaknaan peneliti terhadap hasil analisis temuan penelitian sekaligus menyampaikan hal-hal penting yang dapat dimanfaatkan dari hasil penelitian. Selain itu pada BAB VI diajukan rekomendasi-rekomendasi bagi penelitian berikutnya.