

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia saat ini memasuki era abad ke-21 di mana teknologi informasi menjadi basis dalam setiap lingkup kehidupan manusia. Pendidikan di abad 21 merupakan pendidikan yang bercirikan pemanfaatan teknologi digital dalam proses pembelajaran. Sistem ini mampu membuat proses pembelajaran dapat berlangsung secara kontinu tanpa batas ruang dan batas waktu (Priantari et al., 2020). Pendidikan masa di abad 21 bertujuan untuk mencerdaskan dan mewujudkan cita-cita bangsa. Abad 21 merupakan masa yang berlandaskan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) sehingga masyarakat suatu negara diwajibkan untuk menguasai berbagai keterampilan, terutama keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreatif, komunikatif serta berkolaborasi (Kasuma et al., 2022) (Harari, 2016). Perkembangan teknologi dan tuntutan pendidikan abad ke-21 menempatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikasi dan kolaborasi sebagai kompetensi esensial yang harus dimiliki siswa.

Sejalan dengan Undang-Undang tentang sistem pendidikan nasional nomor 20 yang diterbitkan tahun 2003 dirancang untuk mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa, berakhlak mulia, berilmu pengetahuan, mandiri, cakap, bertanggung jawab dan kreatif, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Tujuan tersebut kemudian diwujudkan dalam bentuk perilaku yang lebih terukur, yaitu dalam profil pelajar Pancasila. Profil Pelajar Pancasila (P3) dirumuskan sebagai “Pelajar Indonesia merupakan pelajar sepanjang hayat yang kompeten, berakhlak, dan berperilaku sesuai nilai-nilai Pancasila”. Dalam mewujudkan pengetahuan dan keterampilan yang perlu dibangun dalam diri pelajar Indonesia, dirumuskan 6 (enam) dimensi profil yaitu: 1) Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) Bergotong royong, 3) Bernalar Kritis, 4) Berkebinekaan global, 5) Mandiri, dan 6) Kreatif (Kemdikbud, 2024). Sejalan dengan Permendikdasmen No. 10 Tahun 2025 tentang Standar Kompetensi Lulusan (SKL) pada Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah.

Standar Kompetensi Lulusan mencakup 8 (delapan) dimensi profil lulusan yang harus dikuasai pada akhir setiap jenjang pendidikan, yaitu: a. keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa; b. kewargaan; c. penalaran kritis; d. kreativitas; e. kolaborasi; f. kemandirian; g. kesehatan; dan h. Komunikasi (Kemendikdasmen, 2025).

Sejalan dengan tuntutan tersebut, kurikulum saat ini menekankan pentingnya pembelajaran yang berpusat pada siswa melalui pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah. Pembelajaran diharapkan tidak lagi berorientasi pada aktivitas menghafal konsep, tetapi mampu memfasilitasi siswa untuk mengembangkan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, mengambil keputusan berdasarkan bukti, serta menghasilkan gagasan yang inovatif. Kemampuan berpikir kritis dan kreatif akan meningkatkan potensi yang dimiliki siswa salah satunya yaitu mampu memecahkan masalah yang mereka hadapi (Tumurun et al., 2016). Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis dan kreatif menjadi kompetensi yang harus dikembangkan secara terintegrasi dalam setiap proses pembelajaran.

Keterampilan berpikir kritis adalah suatu proses sistematis ketika siswa membuat suatu keputusan tentang apa yang ia percayai dan ia kerjakan, serta merupakan salah satu tujuan pendidikan (Sujanem et al., 2022). Sementara itu, keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan berpikir yang berkaitan dengan produksi ide-ide baru, cara-cara baru, solusi-solusi baru, metode-metode baru, dan prosedur-prosedur baru (Redhana & Sya'ban, 2014). Kedua keterampilan tersebut saling melengkapi dalam proses pemecahan masalah. Berpikir kritis membantu siswa menentukan solusi yang paling tepat berdasarkan analisis yang mendalam, sedangkan berpikir kreatif mendorong siswa menghasilkan berbagai alternatif penyelesaian yang inovatif. Oleh karena itu, pengembangan kedua keterampilan tersebut menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran fisika pada abad ke-21.

Namun faktanya, (Ananda et al., 2021) menyatakan kondisi nyata yang ditemukan di lapangan belum sesuai dengan kondisi ideal yang diharapkan. Hasil observasi awal menunjukkan keterampilan berpikir kritis siswa 41,75%, keterampilan berpikir kreatif 39,7%, keterampilan berkomunikasi 49,19% serta

keterampilan kolaboratif adalah 43,30%. Beberapa faktor penyebab hal tersebut antara lain pembelajaran masih bersifat konvensional, siswa belum mampu menciptakan gagasan baru atau berinovasi dalam pembelajaran fisika serta belum terbiasa mengkomunikasikan pendapat mereka mengenai konsep fisika yang dipelajari. Hasil penelitian lainnya (Pramudita Sari et al., 2016) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X SMAN 9 Malang pada materi fluida statis masih rendah dengan persentase rata-rata sebesar 39,76%. Dimensi *Flexibility* cukup lebih tinggi dibandingkan dimensi lainnya. Secara rinci dapat dijabarkan untuk masing-masing dimensi keterampilan berpikir kreatif pada siswa adalah *Fluency* sebesar 33,80%, *Originality* sebesar 38,43%, *Elaborate* sebesar 38,89%, dan *Flexibility* sebesar 47,92%. Beberapa faktor yang mempengaruhi masih rendahnya keterampilan berpikir kreatif siswa adalah proses pembelajaran lebih berorientasi pada upaya pengembangan dan menguji daya ingat siswa sehingga kemampuan berpikir siswa direduksi dan sekedar dipahami sebagai kemampuan mengingat (Sanjayanti et al., 2013). Siswa belum memahami secara utuh konsep materi pelajaran, siswa belum mampu mengaitkan konsep dalam kehidupan, siswa juga belum terbiasa untuk berpikir kreatif dalam mengerjakan suatu permasalahan fisika.

Berbagai pengukuran hasil survei siswa, termasuk di antaranya asesmen berstandar internasional, *Programe for International Student Assessment* (PISA) menunjukkan relatif rendahnya kualitas hasil belajar di Indonesia. Di samping itu hasil PISA juga menunjukkan masih minimnya peningkatan kualitas pendidikan yang terjadi dalam kurun 20 tahun terakhir. PISA yang dikembangkan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) mengukur capaian belajar siswa usia 15 (lima belas) tahun di bidang literasi, numerasi, dan sains. Melihat perkembangan hasil PISA dari tahun 2000-2022, dapat dicatat berbagai hal penting sebagai berikut. Secara umum capaian nilai PISA Indonesia masih jauh di bawah rata-rata negara anggota OECD. Capaian literasi, numerasi, dan sains sempat naik dalam beberapa tahun, kemudian kembali turun. Ketika Pandemi Covid-19 melanda dunia sejak awal 2020, PISA kembali menyelenggarakan asesmen pada tahun 2022. Pandemi Covid-19 yang banyak membatasi ruang gerak pendidikan dan proses pembelajarannya menyebabkan

terjadinya *learning loss* secara signifikan. Berdasarkan hasil PISA 2022, capaian literasi, numerasi, dan sains siswa Indonesia secara internasional mengalami penurunan yang signifikan (Kemdikbud, 2024). Soal-soal PISA menuntut kemampuan pemecahan masalah serta kemampuan dalam bernalar. Seorang siswa dapat dikatakan mampu bernalar apabila mampu menerapkan pengetahuannya pada kondisi baru yang belum pernah dikenalnya. Kemampuan inilah yang biasa dikenal dengan kemampuan berpikir kritis (Lestari & Ma, 2020). Dari data PISA terbaru ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih tergolong rendah.

Selanjutnya, hasil riset TIMSS (*Trend in International Mathematic and Science Study*) bertujuan memantau hasil sistem pendidikan yang berkaitan dengan pencapaian belajar siswa dalam bidang Matematika dan Sains. Indonesia termasuk salah satu negara yang menjadi objek TIMSS pada empat periode terakhir, memperlihatkan posisi Indonesia selalu berada di peringkat bawah dan hasil riset terakhir di tahun 2015 Indonesia berada di peringkat 44 dari 49 Negara dengan rata-rata skor 397 dari rata-rata skor International 500. Dari analisis soal TIMSS yaitu soal dengan Indeks kesukaran tinggi bagi siswa di Indonesia dengan domain kognitif penerapan, pengetahuan, dan penalaran memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Hasil ini menunjukkan survei tersebut adalah bukti kuat bahwa keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa Indonesia masih cukup rendah (Listyoningrum et al., 2023).

Selain rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa terdapat beberapa problematik proses pembelajaran fisika sesuai hasil analisis literatur jurnal internasional lima tahun terakhir. Problematik proses pembelajaran tersebut meliputi: (i) Belum terdapat bahan ajar modul yang menarik dan berkarakter serta modul belum mengaitkan konsep materi yang diajarkan dan digabungkan dengan kehidupan dunia nyata berdasarkan perkembangan teknologi (Ainun et al., 2021); (ii) pada saat pembelajaran *online* guru yang menggunakan aplikasi hanya sebatas pengiriman tugas dan pemberian bahan ajar yang rata-rata berupa teks tertulis atau pdf (Alaini et al., 2022). (iii) Pembelajaran yang terlalu berfokus pada hafalan dan ujian mengabaikan pengembangan pemahaman mendalam dan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Isma et al., 2023)

Problematis tersebut juga dialami SMA Negeri 2 Gianyar sebagai salah satu sekolah menengah atas yang menghasilkan calon siswa jika melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya. Dari hasil observasi pada kelas XII IPA pada mata pelajaran fisika, diperoleh informasi bahwa; (i) ditemukan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru di mana saat PBM kegiatan pembelajaran Sebagian besar masih berpusat pada penjelasan guru; (ii) sebagai sekolah baru sumber belajar siswa masih terbatas hanya menggunakan LKS dan buku paket dan belum memiliki lab yang dapat menunjang praktek pembelajaran; (iii) siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi pada mata pelajaran fisika yang bersifat abstrak. Pada situasi ini, siswa mengharapkan proses pembelajaran yang inovatif. Idealnya pengemasan bahan ajar fisika dan implementasinya hendaknya diorientasikan pada penyediaan peluang kepada siswa dalam pencapaian pemahaman dan hasil belajar siswa SMA. Namun, pengemasan bahan ajar fisika selama ini masih bersifat linier, yaitu : bahan ajar yang hanya menyajikan konsep dan prinsip, contoh-contoh soal dan pemecahannya, dan soal-soal latihan. Kemasan buku ajar fisika yang digunakan sebagai pegangan siswa maupun guru belum dikemas secara komprehensif (Sujanem, 2012).

Keberhasilan pembelajaran juga dipengaruhi oleh ketersediaan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik peserta didik abad ke-21. Salah satu bahan belajar yang sesuai dengan perkembangan IPTEK adalah modul elektronik atau modul digital. Penggunaan modul digital yang disesuaikan dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran akan membantu pencapaian tujuan pembelajaran (Azis & Yulkifli, 2021). Kemajuan teknologi yang semakin canggih dalam pendidikan dapat dimanfaatkan oleh guru untuk mengembangkan bahan ajar yang berbentuk modul elektronik atau modul digital.

Ferry Putrawansyah (2016) modul digital adalah salah satu media pembelajaran berbentuk multimedia yang mengandung informasi atau materi pelajaran dan terintegrasi antara teks bacaan, gambar, video maupun animasi dan dalam penggunaannya memanfaatkan teknologi komputer. Melalui modul, siswa belajar tanpa dibatasi tempat dan waktu. Siswa dapat belajar di mana saja dan kapan saja karena modul digital disajikan dengan panduan memahami konsep serta latihan soal untuk mengukur tingkat pemahaman siswa. Dengan modul digital siswa

diharapkan dapat belajar lebih terarah dan sistematis. Selain itu, siswa diharapkan dapat menguasai kompetensi yang dituntut oleh kegiatan pembelajaran yang diikutinya, dan penggunaan modul dapat memberikan petunjuk belajar bagi siswa selama mengikuti proses pembelajaran (Rahmawaty & Arief, 2020).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dipandang mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam penyelesaian masalah nyata secara terpadu. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi (Karmila & Putra, 2022)(Mulyani, 2019). Melalui pembelajaran STEM, siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep fisika secara teoritis, tetapi juga menerapkan konsep tersebut dalam menganalisis fenomena, merancang solusi, melakukan penyelidikan, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Aktivitas tersebut secara langsung melatih kemampuan berpikir kritis melalui proses analisis dan evaluasi, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kreatif melalui kegiatan merancang, menciptakan, dan mengembangkan berbagai alternatif solusi.

Sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Pembelajaran berbasis STEM merupakan pendekatan baru dalam perkembangan dunia pendidikan yang mengintegrasikan lebih dari satu disiplin ilmu yang menjadikan generasi yang kreatif dan inovatif di masa mendatang (Handayani, 2020). Hasil penelitian lainnya melaporkan bahwa peningkatan berpikir kreatif ditemukan melalui penerapan inkuiri terbimbing berbasis STEM, sehingga STEM dapat diintegrasikan sebagai pendekatan, model pembelajaran, maupun disisipkan dalam materi pelajaran melalui bahan ajar (Almuharomah et al., 2019). Implementasi STEM dalam pendidikan dapat mendorong siswa untuk mendesain, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi dapat mengasah kognitif, manipulatif dan efektif, serta mengaplikasikan pengetahuan.

Mengintegrasikan STEM ke dalam bahan ajar telah diidentifikasi sebagai pendekatan yang layak untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan

kreatif pada siswa. Di antara bentuk umum bahan ajar yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan ini adalah modul (Damayantiy et al., 2023). Penggunaan modul seperti modul digital dalam pembelajaran mendorong provokasi dan minat sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar mandiri. Integrasi STEM dalam modul digital diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir siswa, khususnya kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Oleh karena itu, modul pendidikan STEM yang saling terkait dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa (Fathiya & Asrizal, 2022).

Meskipun demikian, keberhasilan implementasi modul digital berbasis STEM berpeluang meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, tetapi peningkatan tersebut tidak terjadi secara otomatis. Efektivitasnya bergantung pada bagaimana modul digital berbasis STEM diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran merupakan salah satu faktor yang dapat membantu dan membentuk atau meningkatkan kemampuan berpikir sekaligus menguasai substansi bahan ajar (Ruhimat, 2021). Dalam pembelajaran STEM memilih dan menggunakan model yang tepat dapat meningkatkan kemampuan berpikir merupakan bagian terpenting capaian pembelajaran. Ada beberapa model pembelajaran yang dapat digunakan pembelajaran STEM misalnya melalui model pendekatan saintifik, kolaboratif, *inquiry learning*, *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), dan *Discovery Based Learning* (DBL).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan modul digital berbasis STEM pada materi listrik dan magnet untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa kelas XII SMA. Modul digital dikembangkan sebagai bahan ajar interaktif yang memanfaatkan berbagai teknologi pembelajaran, seperti simulasi virtual, video pembelajaran, lembar kerja berbasis STEM, dan kuis interaktif, sehingga mampu mendukung implementasi pembelajaran abad ke-21. Produk yang dikembangkan diharapkan memiliki peluang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Modul digital berbasis STEM yang dikembangkan selanjutnya dievaluasi secara menyeluruh berdasarkan aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus menjadi

inovasi pembelajaran fisika yang relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Tuntutan pendidikan abad ke-21 mengharuskan siswa memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Namun, berbagai hasil penelitian, survei internasional seperti PISA dan TIMSS, serta kondisi pembelajaran di sekolah menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa Indonesia masih tergolong rendah.
2. Proses pembelajaran fisika di sekolah masih cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered*) sehingga siswa kurang memperoleh kesempatan untuk mengeksplorasi konsep, menyelesaikan permasalahan, mengemukakan ide, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.
3. Ketersediaan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran fisika masih terbatas pada buku paket dan LKS, serta belum mampu menyajikan pembelajaran yang menarik, interaktif, kontekstual, dan terintegrasi dengan perkembangan teknologi maupun kehidupan nyata siswa.
4. Pembelajaran fisika masih mengalami kendala dalam menjelaskan konsep-konsep yang bersifat abstrak karena keterbatasan fasilitas praktikum dan laboratorium, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika secara mendalam.
5. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran fisika belum dilakukan secara optimal. Penggunaan teknologi masih terbatas pada penyampaian materi dan pemberian tugas, sehingga belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai sarana untuk menciptakan pengalaman belajar yang aktif, mandiri, dan bermakna.
6. Belum tersedia bahan ajar berupa modul digital berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi listrik magnet yang dirancang untuk mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa,

dan matematika sebagai upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

Sesuai dengan identifikasi masalah yang diperoleh dari analisis situasi dan bukti beberapa literatur relevan, upaya yang bersifat mendesak sehingga harus dilaksanakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa kelas XII SMA adalah modul digital listrik dan magnet berbasis STEM. Proses pembelajaran pada modul digital ini dilaksanakan dengan model *inquiry-based learning*.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, terdapat beberapa permasalahan dan bukti empiris yang relevan dengan topik kajian ini. Permasalahan tersebut dapat ditinjau dari aspek proses penilaian, proses pembelajaran, dan sumber belajar. Aspek proses penilaian menunjukkan rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa yang disebabkan oleh banyak faktor. Aspek proses pembelajaran di sekolah menengah atas masih berpusat pada guru serta siswa masih kesulitan untuk memahami materi fisika karena kekurangan media serta alat praktikum di sekolah. Aspek sumber belajar menunjukkan bahwa ketersediaannya belum terintegrasi dengan pembelajaran STEM untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah untuk memfokuskan kajian penelitian pada aspek sumber belajar dengan mengembangkan modul digital listrik magnet berbasis STEM. Selanjutnya berdasarkan beberapa bukti empiris pada latar belakang dan keterkaitannya dengan permasalahan yang teridentifikasi, kajian ini difokuskan pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif sebagai dampak instruksional dalam penerapan modul digital. Hal inilah yang menjadi dasar diajukannya suatu penelitian tentang “Pengembangan Modul Digital Listrik dan Magnet Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa SMA”.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah, terdapat rumusan masalah yang ingin dicarikan jawabannya. Rumusan masalah tersebut, yaitu:

1. Bagaimanakah karakteristik modul digital listrik dan magnet berbasis STEM yang dikembangkan untuk siswa kelas XII SMA?
2. Bagaimanakah validitas modul digital listrik dan magnet berbasis STEM berdasarkan hasil penilaian ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa?
3. Bagaimanakah kepraktisan modul digital listrik dan magnet berbasis STEM berdasarkan respons guru dan siswa setelah digunakan dalam proses pembelajaran?
4. Bagaimanakah efektivitas modul digital listrik dan magnet berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis & berpikir kreatif siswa kelas XII SMA?

1.5 Tujuan

1.5.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah menghasilkan modul digital mata pelajaran listrik dan magnet berbasis STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Pengembangan modul digital ini juga bertujuan untuk mengatasi permasalahan tentang ketersediaan sumber belajar berbasis STEM sehingga mampu meningkatkan kualitas untuk mencapai tujuan pembelajaran.

1.5.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah menghasilkan produk modul digital berbasis STEM yang secara teknis dilaksanakan melalui empat tahapan. Keempat tahapan tersebut, yaitu:

1. Mendeskripsikan karakteristik modul digital berbasis STEM yang dikembangkan berdasarkan integrasi aspek *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics* dalam pembelajaran listrik dan magnet.
2. Menghasilkan kevalidan modul digital berbasis STEM berdasarkan hasil penilaian ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa.

3. Menghasilkan kepraktisan modul digital berbasis STEM berdasarkan respons guru fisika dan siswa setelah digunakan dalam proses pembelajaran.
4. Menghasilkan keefektifan penggunaan modul digital berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMA.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi dunia pendidikan dan bagi beberapa pihak, khususnya dalam pembelajaran fisika. Secara umum, terdapat dua manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini. Pertama, manfaat teoritis yang memiliki akses jangka panjang dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Kedua, manfaat praktis yang memberikan dampak langsung pada segenap komponen pembelajaran. Adapun manfaat penelitian yang lebih rinci sebagai berikut.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang pendidikan fisika dan teknologi pembelajaran, melalui pengembangan modul digital berbasis STEM. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai pengembangan bahan ajar digital yang mengintegrasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran fisika.

Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memperkuat landasan teoritis mengenai implementasi pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif siswa. Hasil penelitian juga dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan bahan ajar digital yang inovatif, interaktif, dan sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21, khususnya pada materi fisika maupun mata pelajaran lainnya.

1.6.2 Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Bagi peneliti lain, dapat memberikan pengalaman serta wawasan kepada peneliti mengenai pengembangan modul digital fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa

2. Bagi guru, penelitian ini akan memberikan rujukan bahan ajar kepada guru dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa dengan bantuan modul digital fisika berbasis STEM.
3. Bagi siswa, modul digital fisika berbasis STEM yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan bermakna sehingga membantu siswa memahami konsep listrik dan magnet secara lebih mendalam. Selain itu, modul ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, kemandirian belajar, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif melalui kegiatan penyelidikan, pemecahan masalah, dan penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari.
4. Bagi sekolah, menambah koleksi modul digital pembelajaran yang dapat digunakan sewaktu-waktu bagi pembelajaran dan dapat memotivasi pihak sekolah untuk mengembangkan modul digital pembelajaran berbasis STEM dengan materi yang berbeda.

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa modul digital berbasis STEM pada materi fisika kelas XII SMA semester 1 yaitu: a) listrik statis; b) listrik dinamis; c) medan magnet; d) induksi elektromagnet; e) listrik bolak-balik. Dapat dikelompokkan secara umum materi fisika kelas XII pada semester 1 yaitu materi listrik dan magnet. Modul digital dikembangkan sebagai bahan ajar interaktif yang mendukung implementasi Kurikulum Merdeka serta memfasilitasi pembelajaran abad ke-21 yang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Modul digital dirancang menggunakan LKPD dengan model pembelajaran *Inquiry Learning* yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan berbasis penyelidikan. Secara teknis, modul dikembangkan menggunakan beberapa *platform* digital, yaitu *Canva* sebagai media perancangan tampilan, *Heyzine Flipbook* sebagai media publikasi modul digital berbasis STEM, *Google Docs* untuk pengumpulan tugas, *PhET Simulation* sebagai laboratorium virtual, *YouTube* sebagai media pendukung video pembelajaran, serta platform kuis interaktif untuk

evaluasi pembelajaran. Integrasi berbagai *platform* tersebut memungkinkan siswa mengakses materi pembelajaran secara fleksibel melalui komputer, laptop, tablet, maupun telepon pintar yang terhubung dengan internet.

Modul digital berbasis STEM disusun sesuai dengan struktur bahan ajar yang sistematis. Komponen modul meliputi halaman sampul (cover); pengenalan pembelajaran STEM; daftar isi; Petunjuk penggunaan modul; capaian pembelajaran; tujuan pembelajaran; peta konsep; apersepsi dan fenomena kontekstual; kegiatan pembelajaran berbasis STEM; materi (video pembelajaran, simulasi virtual menggunakan PhET, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM); latihan soal; kuis interaktif; rangkuman materi; tes formatif; glosarium; evaluasi diri; dan daftar pustaka.

Karakteristik utama modul digital ini adalah integrasi empat komponen STEM dalam setiap kegiatan pembelajaran. Aspek *Science* diwujudkan melalui pengkajian konsep-konsep pada materi listrik dan magnet berdasarkan fenomena ilmiah. Aspek *Technology* diwujudkan melalui pemanfaatan media digital, simulasi virtual, video pembelajaran, dan kuis interaktif. Aspek *Engineering* diterapkan melalui kegiatan perancangan, penyelidikan, serta pemecahan masalah kontekstual yang berkaitan dengan penerapan listrik dan magnet dibantu oleh LKPD yang terlampir pada modul. Aspek *Mathematics* diimplementasikan melalui penggunaan persamaan fisika, analisis data, dan perhitungan matematis untuk mengaitkan suatu konsep dan menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Selain mengintegrasikan pendekatan STEM, modul digital juga dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Keterampilan berpikir kritis dikembangkan melalui aktivitas analisis fenomena, interpretasi data, evaluasi solusi, inferensi, dan penyusunan argumen ilmiah. Sementara itu, keterampilan berpikir kreatif dikembangkan melalui kegiatan menghasilkan berbagai alternatif solusi, merancang produk sederhana, mengembangkan ide, serta mengelaborasi hasil penyelidikan.

Produk yang dikembangkan memiliki karakteristik interaktif, adaptif, dan fleksibel. Modul dapat digunakan baik dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran mandiri. Adanya integrasi multimedia berupa teks, gambar, ilustrasi, video, simulasi virtual, serta evaluasi interaktif diharapkan mampu meningkatkan

motivasi belajar, mempermudah pemahaman konsep, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan bahan ajar konvensional.

Sebagai produk penelitian pengembangan, modul digital ini dirancang untuk memenuhi tiga kriteria kualitas, yaitu valid, praktis, dan efektif. Kelayakan produk dinilai melalui validasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Kepraktisan produk dievaluasi berdasarkan respons guru dan siswa setelah penggunaan modul, sedangkan efektivitasnya dianalisis berdasarkan peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif melalui hasil *pretest*, *posttest*, *N-Gain*, *paired sample t-test*, dan *effect size*. Dengan karakteristik tersebut, modul digital berbasis STEM pada materi listrik dan magnet diharapkan dapat menjadi inovasi bahan ajar yang mendukung pembelajaran fisika yang interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa

1.8 Asumsi Pengembangan

Pengembangan modul digital berbasis STEM pada materi listrik dan magnet dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa asumsi sebagai berikut.

1. Siswa kelas XII SMA berada pada tahap perkembangan kognitif operasional formal sehingga telah mampu berpikir abstrak, logis, analitis, dan hipotetis. Kemampuan tersebut memungkinkan siswa mengikuti pembelajaran berbasis STEM yang menuntut aktivitas penyelidikan, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan secara ilmiah.
2. Pembelajaran STEM yang mengintegrasikan aspek *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics* diyakini mampu memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, bermakna, dan berpusat pada siswa. Integrasi keempat disiplin tersebut diharapkan dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif melalui materi kegiatan belajar yang diberikan pada modul dengan mengintegrasikan media seperti video, simulasi lab virtual, kuis interaktif, LKPD dan contoh soal.
3. Model pembelajaran *inquiry learning* memiliki karakteristik yang selaras dengan pendekatan STEM karena mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, melakukan penyelidikan, menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengomunikasikan hasil temuannya. Oleh karena itu,

model ini diasumsikan mampu mendukung implementasi modul digital berbasis STEM secara optimal.

4. Modul digital sebagai bahan ajar berbasis teknologi diasumsikan lebih menarik, interaktif, dan fleksibel dibandingkan bahan ajar cetak karena mampu mengintegrasikan berbagai media pembelajaran, seperti teks, gambar, animasi, video, simulasi virtual, kuis interaktif, dan LKPD. Karakteristik tersebut diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, kemandirian belajar, serta pemahaman konsep fisika.
5. Siswa memiliki akses terhadap perangkat digital, seperti komputer, laptop, tablet, atau telepon pintar, sehingga modul digital dapat digunakan baik dalam pembelajaran di kelas maupun secara mandiri di luar kelas.
6. Guru memiliki kemampuan dasar dalam mengoperasikan perangkat teknologi dan memfasilitasi pembelajaran menggunakan modul digital sehingga implementasi produk dapat berjalan sesuai dengan sintaks pembelajaran yang dirancang.
7. Materi listrik dan magnet memiliki karakteristik yang sesuai untuk diintegrasikan dengan pendekatan STEM karena banyak berkaitan dengan fenomena kehidupan sehari-hari, perkembangan teknologi, kegiatan rekayasa, serta penerapan konsep-konsep matematika dalam penyelesaian masalah.
8. Instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur validitas, kepraktisan, efektivitas, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif telah memenuhi persyaratan validitas dan reliabilitas sehingga mampu memberikan data yang akurat mengenai kualitas produk yang dikembangkan.

Berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, modul digital berbasis STEM yang dikembangkan diharapkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif serta mampu mendukung pembelajaran fisika yang interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa kelas XII SMA.

1.9 Penjelasan Istilah

Untuk menghindari kesalahan penafsiran istilah-istilah yang terdapat dalam penelitian, perlu diuraikan definisi konseptual sebagai berikut.

1. Modul digital adalah bahan ajar berupa modul berbasis digital yang dirancang untuk memudahkan proses belajar-mengajar melalui media elektronik seperti komputer, tablet, atau *smartphone*. Modul ini berisi konten pembelajaran yang disusun secara sistematis, lengkap dengan teks, gambar, video, audio, animasi, atau elemen interaktif lainnya yang memungkinkan pengguna mendapatkan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan menarik.
2. Pendekatan STEM pada penelitian ini adalah pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan keempat aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan nyata yang melibatkan proses berpikir kreatif, kritis, dan kolaborasi sehingga menciptakan siswa berketerampilan abad 21.
3. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menyusun informasi secara logis dan sistematis guna membuat keputusan yang tepat atau memecahkan masalah. Keterampilan ini melibatkan kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, penalaran, refleksi, dan pemecahan masalah.
4. Keterampilan berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan ide, konsep, atau solusi yang orisinal, inovatif, dan efektif dalam menghadapi masalah atau situasi baru. Keterampilan ini melibatkan kemampuan berpikir lateral, imajinasi, fleksibilitas, elaborasi, orisinalitas, dan kemampuan menghubungkan.

Adapun definisi operasional dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Keterampilan Berpikir Kritis adalah skor yang diperoleh siswa setelah mengerjakan tes keterampilan berpikir kritis yang mengukur kemampuan siswa pada indikator berpikir kritis yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi.
2. Keterampilan Berpikir Kreatif adalah skor yang diperoleh siswa setelah mengerjakan tes keterampilan berpikir kreatif yang diukur mencakup empat aspek *fluency* (berpikir lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (orisinalitas berpikir), *elaboration* (penguraian).