

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad ke-21 merupakan era globalisasi yang berkembang pesat, di mana kemajuan teknologi mendorong perubahan signifikan di berbagai aspek kehidupan (Destiana et al., 2025). Aspek pendidikan, peserta didik dituntut siap menghadapi tantangan, inovasi, hambatan, dan persaingan global, sehingga penguasaan keterampilan 4C kreativitas, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kritis menjadi kunci (Taufiqurrahman, 2023). Berpikir kritis memungkinkan peserta didik memecahkan masalah secara logis dan kreatif, komunikasi dan kolaborasi mendukung kerja tim, sedangkan kreativitas menghasilkan solusi baru yang relevan (Fonna, 2024). Pandangan tentang pendidikan modern tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi secara reflektif, menjadikan keterampilan abad ke-21 indikator penting untuk mempersiapkan individu agar mampu beradaptasi dan berkontribusi dalam masyarakat yang terus berubah (Nurhayati et al., 2025).

Keterampilan berpikir kritis menjadi bagian penting dari kompetensi abad ke-21 karena mendorong peserta didik untuk berpikir reflektif, analitis, dan solutif dalam menghadapi tantangan yang kompleks (Halim, 2022). Di tengah arus informasi yang begitu cepat dan masif, peserta didik tidak hanya dituntut memahami konsep, tetapi juga mampu mengevaluasi data, mengajukan pertanyaan bermakna, serta mengambil keputusan berbasis alasan yang logis (Aswita et al., 2022). Tantangan ini mempertegas bahwa pembelajaran tidak lagi cukup berpusat pada guru dan materi, melainkan harus memberi ruang bagi peserta didik untuk membangun pemahaman secara mandiri dan kritis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik Indonesia masih tergolong rendah, terutama dalam pembelajaran sains yang justru menuntut tingkat penalaran yang tinggi (Muktar, 2025).

Kebutuhan akan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika semakin relevan di abad ke-21, peserta didik dituntut tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks nyata yang kompleks (Irwandi, 2025). Beberapa konsep dalam fisika memiliki sifat abstrak dan melibatkan keterkaitan antarvariabel sehingga menuntut pendekatan pembelajaran yang tidak sekadar berorientasi pada hafalan (Jannati, 2026). Pembelajaran fisika harus memberi ruang bagi peserta didik untuk mengamati, menganalisis, menyusun argumen, dan menarik kesimpulan melalui proses penalaran ilmiah. Strategi seperti eksperimen, simulasi, dan pemecahan masalah kontekstual menjadi pendekatan yang relevan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara terintegrasi (Reni, 2023). Keterlibatan aktif dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi, peserta didik terdorong untuk mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam dan membangun pola pikir ilmiah yang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Sejumlah temuan penelitian terkini menunjukkan bahwa rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika masih menjadi tantangan yang perlu mendapat perhatian sserius. Azmi et al. (2022), dalam studi terhadap 33 peserta didik SMP Negeri 59 Palembang, menemukan bahwa sebagian besar indikator berpikir kritis mulai dari klarifikasi hingga pengambilan keputusan masih berada di kategori rendah (25–54 %). Prabayanti et al. (2025), dalam artikelnya yang meneliti 60 peserta didik SMAN 5 Sidrap pada materi Hukum Newton menunjukkan bahwa 60 % peserta didik tergolong lemah dalam indikator interpretasi, analisis, dan evaluasi. Ariani (2020), juga melaporkan hasil serupa pada materi Impuls dan Momentum: sekitar 31 % peserta didik berada pada level rendah, terutama dalam aspek evaluasi dan inference. Temuan-temuan ini menegaskan perlunya strategi pembelajaran yang lebih menekankan aktivitas seperti observasi, eksperimen, dan analisis data, yang akan membuka peluang bagi peserta didik untuk berpikir kritis secara sistematis.

Langkah awal dalam mengidentifikasi kondisi keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas, dilakukan studi pendahuluan di SMAN 1 Tasikmalaya. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pembelajaran yang telah diterapkan mampu mendorong peserta didik berpikir secara kritis, khususnya dalam konteks pembelajaran fisika di kelas XI. Berdasarkan hasil wawancara, guru menyampaikan bahwa pembelajaran di sekolah masih didominasi metode ceramah satu arah dengan media yang kurang bervariasi, sehingga minat dan keterlibatan peserta didik rendah, dan kegiatan praktikum belum optimal karena keterbatasan waktu serta sarana, disisi lain praktikum berperan penting dalam membantu pemahaman konsep fisika secara kontekstual, sehingga penggunaan model praktikum *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) dapat menjadi sebuah solusi. Penggunaan modul elektronik yang saat ini masih berupa PDF juga belum menstimulasi keterampilan berpikir kritis, sehingga pengembangan modul digital yang sistematis dengan *Liveworksheets* memungkinkan peserta didik melakukan input, mengolah data, dan menganalisis hasil secara mandiri, mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan berpikir kritis.

Wawancara juga dilakukan terhadap peserta didik kelas XII untuk mengetahui pengalaman langsung peserta didik dalam pembelajaran fisika. Salah satu peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran fisika masih pasif, didominasi ceramah dan soal tanpa aktivitas eksploratif, dengan media terbatas seperti papan tulis dan PPT, serta praktikum dan diskusi jarang dilakukan, sehingga keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep abstrak kurang terstimulasi. Hasil pengisian angket kebutuhan media dan keterampilan berpikir kritis menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kebutuhan tinggi terhadap media pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis visual. Peserta didik juga menginginkan adanya latihan soal interaktif, panduan analisis masalah, serta media yang dapat membantu proses penarikan kesimpulan dan pemecahan masalah secara bertahap. Penerapan model praktikum *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) menghadirkan pengalaman belajar nyata yang memungkinkan peserta didik melakukan pengamatan, mengolah data, dan menganalisis hasil secara mandiri, sementara *Liveworksheets* sebagai media

interaktif membuat modul lebih menarik, meningkatkan keterlibatan aktif, stimulasi berpikir kritis, dan pemahaman konsep secara efektif.

Upaya validasi terhadap hasil wawancara, dilakukan pula observasi langsung terhadap proses pembelajaran fisika di kelas. Observasi ini bertujuan memastikan kesesuaian antara informasi yang diperoleh dari guru dan peserta didik dengan kondisi nyata di lapangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi oleh aktivitas ceramah dan pencatatan materi dari papan tulis, sementara keterlibatan peserta didik dalam diskusi, eksperimen, maupun kegiatan pemecahan masalah secara kolaboratif belum tampak secara optimal. Guru telah berupaya menyampaikan materi dengan jelas, namun belum memfasilitasi aktivitas yang mendorong peserta didik untuk menganalisis, mengevaluasi, atau mengembangkan ide secara kritis. Kondisi ini mengonfirmasi bahwa pendekatan pembelajaran yang diterapkan belum sepenuhnya mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Uji soal tes yang dirancang khusus untuk mengukur keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang cahaya telah diujikan kepada 38 peserta didik kelas XII-3 di SMAN 1 Tasikmalaya sebagai bagian dari upaya pemetaan awal terhadap keterampilan yang menjadi fokus penelitian. Hasil dari kegiatan ini menjadi pijakan dalam merancang pendekatan pembelajaran yang lebih tepat guna mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Instrumen yang digunakan berupa soal uraian yang diadaptasi dari Balkis (2024), dengan total 12 butir soal. Seluruh soal disusun berdasarkan lima indikator utama keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (2011), yaitu: Memberikan Penjelasan Dasar (*Elementary Clarification*), Membangun Keterampilan Dasar (*Basic Support*), Membuat Kesimpulan (*Inferring*), Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (*Advance Clarification*), Menerapkan Strategi dan Taktik (*Strategies and Tactics*). Melalui penyajian soal ini, diperoleh gambaran awal tentang sejauh mana peserta didik mampu mengaplikasikan keterampilan berpikir kritis dalam memahami konsep gelombang cahaya. Data hasil uji ini disajikan dalam bentuk Tabel 1. sebagai

landasan untuk mengevaluasi sekaligus mengembangkan tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tabel 1.1 Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis.

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Nilai	Kategori Penilaian
Memberikan Penjelasan Dasar (<i>Elementary Clarification</i>)	32,89	Sangat rendah
Membangun Keterampilan Dasar (<i>Basic Support</i>)	23,68	Sangat rendah
Membuat Kesimpulan (<i>Inferring</i>)	24,56	Sangat rendah
Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (<i>Advance Clarification</i>)	10,20	Sangat rendah
Menerapkan Strategi dan Taktik (<i>Strategies and Tactics</i>)	17,43	Sangat rendah
Rata-rata	22,92	Sangat rendah

Analisis studi pendahuluan yang mencakup observasi langsung di kelas serta survei menggunakan wawancara dengan guru dan peserta didik mengungkap berbagai kendala dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis di pembelajaran fisika. Berdasarkan Tabel 1.1 menurut kriteria yang dikembangkan oleh Putri et al. (2023), skor rata-rata sebesar 22,92 ini menunjukkan tingkat keterampilan berpikir kritis yang sangat rendah. Temuan ini menegaskan bahwa banyak peserta didik belum menguasai komponen utama berpikir kritis secara optimal.

Penerapan *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) dalam penelitian ini menjadi langkah strategis dalam menjawab tantangan rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model HOT Lab merujuk pada kegiatan praktikum yang dirancang untuk membekali dan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, yang juga dikenal sebagai transferable skills atau keterampilan abad ke-21. Keterampilan ini dikembangkan melalui penyajian permasalahan yang kompleks dan merefleksikan kondisi nyata, disertai dengan berbagai keterbatasan yang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam menyelesaikannya melalui aktivitas laboratorium (Malik, 2018).

Model HOT Lab, yang dirancang untuk memfasilitasi kegiatan laboratorium yang menuntut analisis, evaluasi, dan inferensi komponen utama berpikir kritis menjadi mediator penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis

peserta didik. Sebagai contoh, penelitian oleh Malik et al. (2018) menunjukkan bahwa penerapan model HOT Lab mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama dalam aspek analisis dan penalaran ilmiah.. Dengan demikian, model HOT Lab secara teoritis dan empiris mempunyai hubungan positif dengan keterampilan berpikir kritis ketika peserta didik terlibat dalam aktivitas laboratorium yang dirancang dengan prinsip HOT Lab, maka peluang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat secara nyata.

Menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21, diperlukan pendekatan inovatif yang mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dan mendorong keterlibatan kognitif yang lebih tinggi. Salah satu alternatif yang potensial adalah penggunaan modul elektronik, yang dirancang dengan menggabungkan konten materi, elemen multimedia, latihan interaktif, serta navigasi mandiri (Widiyan et al., 2025). Untuk memperkuat fungsionalitas modul, digunakan pula media *Liveworksheets* yang memungkinkan penyajian modul elektronik secara digital dan interaktif. Media ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik, tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui fitur-fitur seperti umpan balik otomatis, *drag-and-drop*, audio visual, serta soal berbasis masalah yang dapat diakses secara daring kapan saja (Maharani, 2024). Modul tersebut dinilai efektif karena memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi konsep, mengerjakan soal-soal pemantik, serta merefleksikan hasil kegiatan secara mandiri dan berkelanjutan. Modul elektronik juga bersifat fleksibel, mudah diakses, dan mampu meningkatkan motivasi serta keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas belajar yang lebih personal dan terstruktur (Adam et al., 2023).

Materi gelombang cahaya mengandung beberapa karakteristik yang membuatnya cukup menantang untuk dipelajari secara konseptual (Guntara et al., 2023). Pertama, sifatnya yang *imperceptible* tak kasat mata membuat fenomenanya sulit diamati langsung tanpa media pendukung. Kedua, interaksi cahaya dengan materi seperti pemantulan, pembiasan, dan dispersi melibatkan bantalan kompleks dan variabel media yang sifatnya tidak spontan terlihat.

Ketiga, fenomena seperti difraksi dan interferensi mensyaratkan pemahaman mengenai pola-pola gelombang yang saling memengaruhi, sehingga sering kali dianggap abstrak. Studi pengembangan virtual lab gelombang cahaya menegaskan bahwa partisipasi dalam praktikum baik secara langsung maupun virtual mampu meningkatkan pemahaman dan kemandirian belajar peserta didik dalam menghadapi materi ini (Nurdiyanto, 2021).

Berbagai studi sebelumnya mendukung efektivitas integrasi model *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) dan modul elektronik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model HOT Lab yang dikembangkan dalam pembelajaran fisika terbukti mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam eksperimen berbasis masalah nyata dan inkuiri ilmiah. Penelitian oleh Setya et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan HOT Lab berbasis *blended virtual-lab* pada materi medan magnet menghasilkan peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan nilai N-gain sebesar 0,453, mengungguli pendekatan pembelajaran konvensional. Hasil serupa juga ditemukan dalam pengembangan modul e-praktikum berbasis HOT LAB oleh Putra et al. (2021), di mana modul dirancang untuk memfasilitasi tahapan berpikir tingkat tinggi melalui eksperimen yang terstruktur, sehingga peserta didik menunjukkan peningkatan kemampuan dalam merumuskan hipotesis, menganalisis data, dan menyimpulkan secara ilmiah. Lebih lanjut, studi yang dilakukan oleh Suganda et al. (2022) pada materi gelombang bunyi dan cahaya menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masih berada pada kategori rendah, khususnya pada indikator penjelasan sederhana dan penarikan kesimpulan.

Penelitian ini memiliki kesamaan fokus dengan beberapa studi sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Setya et al. (2021) dan Putra et al. (2021) yang membuktikan efektivitas model HOT Lab dalam pembelajaran fisika, serta Suganda et al. (2022) yang menyoroti pengembangan keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang tanpa menggunakan model tersebut. Perbedaan penelitian ini terletak pada penggunaan media pembelajaran yang berbeda, yaitu pengembangan modul elektronik interaktif berbasis *Liveworksheets* yang

mengintegrasikan konten materi, soal pemantik, simulasi, umpan balik otomatis, dan navigasi mandiri. Keterbaruan penelitian ini terwujud dalam integrasi model HOT Lab dengan media *Liveworksheets* dalam satu perangkat pembelajaran digital yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara lebih fleksibel, aktif, dan kontekstual pada konsep abstrak gelombang cahaya. Oleh karena itu, melalui landasan teoritik dan empiris yang telah dijabarkan, penelitian ini diberi judul: **“Pengembangan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) Berbasis *Liveworksheets* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Gelombang Cahaya.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana kelayakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya pada materi Gelombang Cahaya?
2. Bagaimana keterlaksanaan kegiatan pembelajaran fisika dengan menggunakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya pada materi Gelombang Cahaya?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya setelah diterapkannya Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* pada materi Gelombang Cahaya?

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan untuk mencegah terjadinya penyimpangan atau perluasan topik penelitian, sehingga kajian tetap terfokus dan pembahasan lebih terarah, sehingga tujuan penelitian dapat dicapai secara efektif. Ruang lingkup materi penelitian mencakup keseluruhan topik Gelombang Cahaya pada Kurikulum Merdeka, meliputi interferensi cahaya, difraksi cahaya, polarisasi cahaya, dan aplikasi gelombang cahaya. Namun, untuk menjaga ketepatan fokus dan kedalaman analisis, penelitian ini dibatasi hanya pada tiga sub-materi, yaitu pembiasan cahaya, difraksi cahaya, dan polarisasi cahaya. Pembatasan ini dilakukan agar pengembangan modul elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* dapat lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi yang dipilih.

D. Tujuan

Mengacu pada perumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Kelayakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya pada materi Gelombang Cahaya.
2. Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran fisika dengan menggunakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya pada materi Gelombang Cahaya.
3. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik di XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya setelah diterapkannya Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* pada materi Gelombang Cahaya.

E. Manfaat

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan model pembelajaran yang interaktif dan lebih efektif yakni Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* untuk diterapkan dalam proses pembelajaran fisika sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efisien.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti, penelitian ini dapat memperluas wawasan dan pengetahuan tentang tantangan yang dihadapi selama proses pembelajaran fisika di lapangan terutama di untuk kegiatan laboratorium.
- b. Bagi Prodi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan keterampilan dan kompetensi mahasiswa di Program Studi Pendidikan Fisika.
- c. Bagi Guru, penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam menerapkan model pembelajaran di kelas fisika yakni Model *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab).
- d. Bagi Peserta Didik, penelitian ini menyediakan metode pembelajaran fisika yang lebih inovatif melalui penyusunan langkah-langkah kegiatan laboratorium yang terstruktur, sehingga mempermudah peserta didik dalam memahami konsep serta mendukung pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis.
- e. Bagi Sekolah, penelitian ini memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran.

F. Definisi Operasional

Definisi operasional disusun untuk menghindari perbedaan pemahaman dalam penafsiran istilah-istilah yang terkait dengan penelitian. Oleh karena itu, dalam bagian ini akan dijelaskan istilah-istilah utama yang relevan dengan penelitian ini. Berikut adalah istilah-istilah yang digunakan.

1. Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets*

Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* dalam penelitian ini merujuk pada perangkat ajar digital interaktif yang dirancang untuk mendukung keterlaksanaan pembelajaran fisika berbasis laboratorium dengan pendekatan berpikir tingkat tinggi. Modul ini memuat lembar kerja digital *Liveworksheets* yang dapat diisi langsung oleh peserta didik, berisi instruksi, pertanyaan eksploratif, serta latihan berpikir kritis yang mengikuti tahapan HOT Lab yang terdiri atas tiga sesi utama, yaitu Pra Lab, Lab, dan Pasca Lab. Pada tahap Pra Lab, peserta didik diarahkan untuk mengkaji masalah kontekstual, menjawab pertanyaan eksperimen dan konseptual, serta merumuskan prediksi. Tahap Lab mencakup eksplorasi alat dan bahan, pengumpulan dan tabulasi data, pelaksanaan eksperimen, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Tahap Pasca Lab berfokus pada penyampaian hasil melalui presentasi kelompok. Pemanfaatan fitur pada *Liveworksheets* seperti input teks dan paragraf digunakan untuk meningkatkan partisipasi serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi dan menjalankan sintak HOT Lab secara mandiri. Kelayakan modul ini divalidasi oleh dua ahli media dan dua ahli materi. Keterlaksanaan pembelajaran dievaluasi menggunakan lembar observasi oleh tiga observer untuk memastikan kesesuaian modul dengan 14 tahapan sintak dan efektivitasnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

2. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini mengacu pada kemampuan peserta didik untuk menyusun pemikiran secara logis, mengevaluasi informasi secara sistematis, serta mempertimbangkan berbagai sudut pandang sebelum menarik kesimpulan yang rasional. Pengukuran keterampilan ini didasarkan pada lima indikator utama yang disusun mengacu pada kerangka berpikir kritis dari Ennis, yaitu: (1) Memberikan Penjelasan Dasar (*Elementary Clarification*), (2) Membangun

Keterampilan Dasar (*Basic Support*), (3) Membuat Kesimpulan (*Inferring*), (4) Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (*Advance Clarification*), (5) Menerapkan Strategi dan Taktik (*Strategies and Tactics*). Instrumen pengukur yang digunakan adalah 12 soal tes tulis berupa soal uraian, yang dirancang untuk mengungkap tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik sesuai indikator tersebut. Tes ini diberikan dalam dua tahap, yakni sebelum pembelajaran (*pretest*) dan sesudah pembelajaran (*posttest*). Data yang diperoleh dari hasil tes kemudian dianalisis menggunakan perhitungan N-gain untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara kuantitatif.

3. Materi Gelombang Cahaya

Materi yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah Gelombang Cahaya, yang termasuk ke dalam topik pembelajaran pada Kelas XI semester genap. Topik ini berada dalam ruang lingkup fase F Capaian Pembelajaran (CP) sesuai kurikulum terbaru, yang mendorong peserta didik untuk memahami konsep serta melakukan eksperimen terkait fenomena gelombang cahaya. Beberapa submateri yang dikaji meliputi pembiasan cahaya, difraksi cahaya, polarisasi cahaya yang tidak hanya dipelajari secara teoritis tetapi juga diupayakan untuk dipahami melalui aktivitas praktikum yang kontekstual dan eksploratif.

G. Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika di kelas XII-3 SMAN 1 Tasikmalaya masih belum mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, khususnya pada materi Gelombang Cahaya, yang tergolong sangat rendah dengan rata-rata persentase sebesar 22,92. Rendahnya capaian ini disebabkan oleh keterbatasan peserta didik dalam menjawab soal-soal yang menuntut keterampilan berpikir kritis dan analitis. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa proses pembelajaran masih didominasi ceramah dan pemberian soal tanpa banyak aktivitas eksploratif serta menggunakan media yang tidak variatif seperti papan tulis dan PPT di proyektor. Kondisi tersebut mengakibatkan kurangnya stimulus

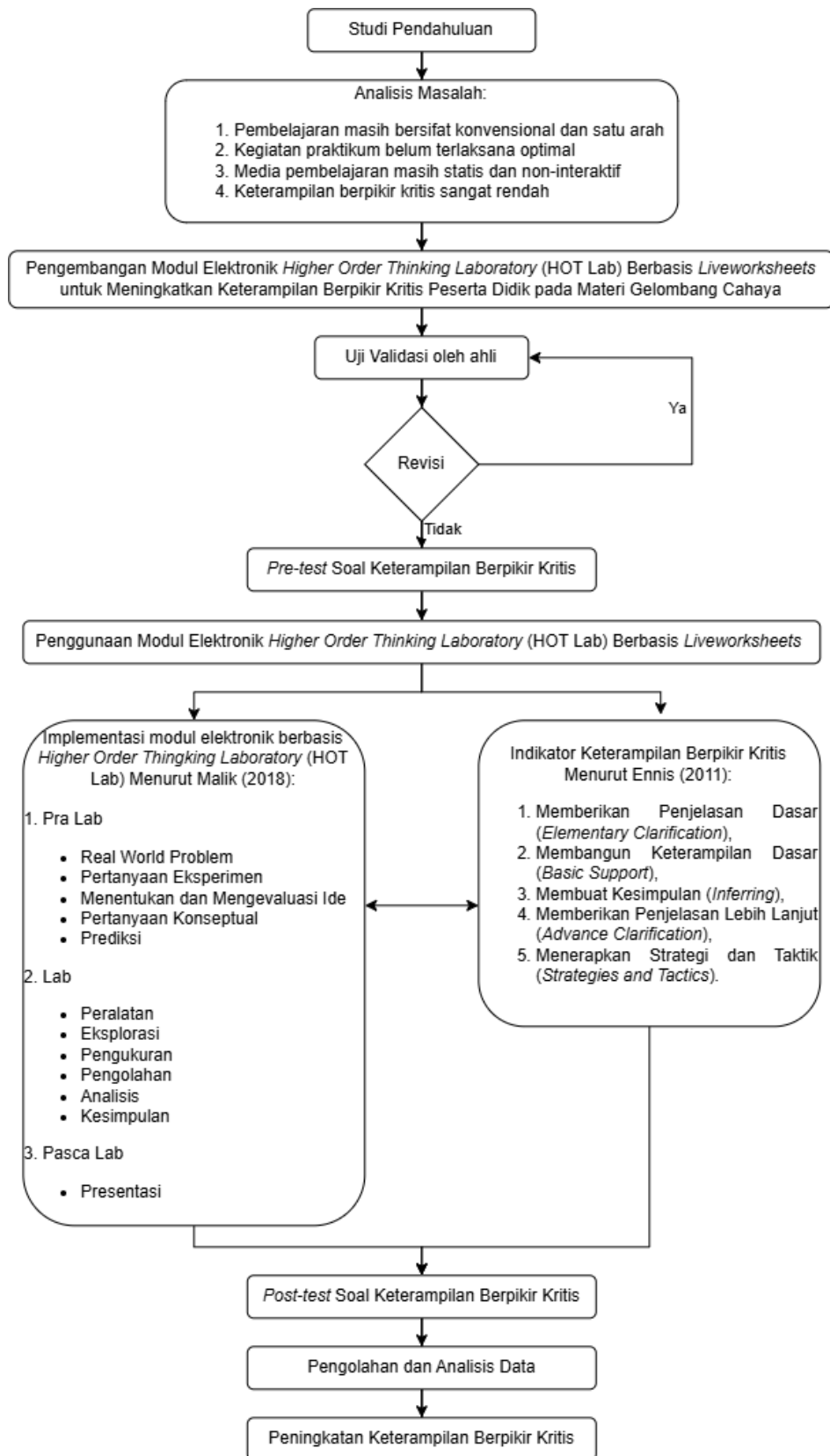
visual dan interaktif yang dapat mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan terlibat dalam proses belajar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang bersifat interaktif, menarik, dan mudah diakses guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta pemahaman konsep fisika peserta didik.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan modul elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis Liveworksheets untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi Gelombang Cahaya. Modul ini dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat diakses melalui perangkat digital, sehingga mendukung proses belajar yang mandiri, fleksibel, dan kontekstual. Karakteristik utama modul ini terletak pada integrasi sintaks HOT Lab yang disajikan secara digital dan sistematis. Fitur utama yang diambil dari platform ini adalah penyediaan kolom interaktif berupa isian teks dan paragraf, yang memungkinkan peserta didik mengetikkan argumen, analisis data, serta kesimpulan secara langsung pada modul. Kelebihan dari modul elektronik ini adalah kemampuannya dalam memberikan respons pengerjaan secara *real-time*, memudahkan distribusi tugas melalui sistem kelas virtual, serta menyajikan aktivitas praktikum abstrak menjadi lebih aplikatif tanpa terbatas ruang dan waktu. Pendekatan HOT Lab dalam modul ini memiliki peran penting dalam menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui tiga tahapan utama, yaitu Pra Lab, Lab, dan Pasca Lab, yang masing-masing mendorong peserta didik untuk mengamati, menganalisis, dan menyimpulkan hasil eksperimen secara ilmiah. Modul elektronik yang dikembangkan akan memuat lima indikator keterampilan berpikir kritis berdasarkan Ennis (2011) sebagai panduan untuk menstimulasi dan melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik secara sistematis.

Keterampilan berpikir kritis peserta didik merupakan kemampuan berpikir reflektif yang berorientasi pada proses menilai secara rasional dasar dari suatu keyakinan, tindakan, serta keputusan yang diambil dan dapat dipertanggungjawabkan secara logis. Menurut Ennis (2011) terdapat lima

kerangka berpikir kritis dalam analisis konseptual, yaitu: (1) Memberikan Penjelasan Dasar (*Elementary Clarification*), (2) Membangun Keterampilan Dasar (*Basic Support*), (3) Membuat Kesimpulan (*Inferring*), (4) Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (*Advance Clarification*), (5) Menerapkan Strategi dan Taktik (*Strategies and Tactics*).

Keterampilan berpikir kritis menjadi sangat krusial ketika peserta didik dihadapkan pada materi fisika yang kompleks, seperti gelombang cahaya. Karakteristik materi yang bersifat *imperceptible* (tak kasat mata) membuat fenomenanya sulit diamati secara langsung tanpa bantuan media pendukung. Fenomena interaksi cahaya dengan materi meliputi pembiasan, difraksi, dan polarisasi melibatkan variabel media serta hubungan rumit yang tidak serta-merta tampak nyata. Kerumitan ini diperparah oleh konsep difraksi dan interferensi yang menuntut pemahaman mendalam mengenai pola-pola gelombang yang saling memengaruhi dan sering kali dinilai abstrak. Kerangka kerja ini mendorong terbentuknya proses berpikir yang memungkinkan peserta didik untuk mengekstraksi informasi, menerapkan strategi terbaik, dan mengambil keputusan berdasarkan berbagai sudut pandang. Melalui pendekatan tersebut, diharapkan proses pembelajaran menjadi lebih interaktif serta mampu membantu peserta didik dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi, sehingga berkontribusi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Skema kerangka berpikir penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema Kerangka Berpikir.

H. Hipotesis

Berdasarkan kerangka berpikir yang telah dijelaskan, maka hipotesis dari penelitian ini sebagai berikut:

- H_0 = Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya sebelum dan sesudah menggunakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* pada materi gelombang cahaya.
- H_a = Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik di kelas XI-4 SMAN 1 Tasikmalaya sebelum dan sesudah menggunakan Modul Elektronik *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) berbasis *Liveworksheets* pada materi gelombang cahaya.

I. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sebelumnya menjadi acuan dan bahan pertimbangan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ini. Penulis menelaah beberapa jurnal nasional maupun internasional yang relevan sebagai landasan riset sebelumnya. Adapun ringkasan hasil kajian terdahulu disajikan sebagai berikut:

1. Penelitian Putra et al. (2021): menyatakan bahwa pengembangan e-modul praktikum berbasis *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan. Melalui validasi ahli materi dan media, modul dinyatakan sangat layak digunakan. Hasil uji coba menunjukkan bahwa tahapan HOT Lab membantu peserta didik menganalisis fenomena fisika dan menyelesaikan masalah secara lebih mandiri, sehingga keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat setelah menggunakan e-modul tersebut.
2. Penelitian Tsania (2018): menyatakan bahwa penerapan model praktikum HOT Lab pada materi gelombang bunyi berpengaruh kuat terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Melalui tiga tahapan utama pra-lab, lab, dan pasca-lab peserta didik dilatih untuk menjelaskan,

menganalisis, mengevaluasi, menginterpretasi, melakukan inferensi, hingga menyintesis informasi. Hasil penelitian menunjukkan adanya perkembangan signifikan keterampilan berpikir kritis setelah pembelajaran menggunakan HOT Lab.

3. Penelitian Triandini et al. (2021): menyatakan bahwa modul fisika berbasis *guided inquiry* yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Modul divalidasi dengan kategori sangat baik, dan hasil uji *N-gain* menunjukkan peningkatan pada kategori sedang. Hal ini menegaskan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu melatih peserta didik untuk berpikir lebih analitis dan sistematis dalam memahami konsep fisika.
4. Penelitian Puspitasari (2018): menyatakan bahwa modul fisika dasar berbasis *scientific approach* mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik. Melalui model ADDIE, modul yang dikembangkan terbukti valid dan efektif setelah diujicobakan, dengan peningkatan keterampilan seperti analisis, evaluasi, serta kemampuan mencipta yang semakin berkembang.
5. Penelitian Yanti et al. (2015): menyatakan bahwa modul pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penilaian ahli menyatakan modul layak digunakan, dan analisis peningkatan (*N-gain*) menunjukkan hasil positif. PBL terbukti mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi masalah, mengevaluasi alternatif solusi, serta membuat kesimpulan berbasis data.
6. Penelitian Handayani et al. (2017): menyatakan bahwa modul fisika berbasis PBL pada materi usaha dan energi efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Modul dinyatakan valid melalui uji ahli, dan hasil uji coba menunjukkan peningkatan dengan kategori sedang. Pembelajaran berbasis masalah dalam penelitian ini mendorong peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan pemecahan masalah.

7. Penelitian Lawut et al. (2019): menyatakan bahwa modul IPA fisika berbasis PBL pada materi gerak lurus dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan baik. Modul dinyatakan layak setelah uji validasi, dan implementasinya pada uji skala kecil maupun besar menunjukkan peningkatan kemampuan peserta didik melalui perolehan nilai *N-gain* yang positif.
8. Penelitian Prastuti et al. (2018): menyatakan bahwa modul fisika berbasis kontekstual efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas peserta didik pada materi kalor dan perpindahannya. Dikembangkan menggunakan model 4D, modul tersebut memberikan peningkatan signifikan dalam kemampuan menganalisis masalah kontekstual, mengevaluasi informasi, dan menghasilkan solusi kreatif.
9. Penelitian Dewi et al. (2025): menyatakan bahwa pembelajaran SOLE (*Self-Organized Learning Environment*) berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi getaran, gelombang, dan bunyi. Pendekatan ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk belajar secara mandiri, mengeksplorasi fenomena virtual, dan menarik kesimpulan berbasis bukti, yang berdampak positif pada peningkatan keterampilan berpikir kritis.
10. Penelitian Suganda et al. (2023): menyatakan bahwa model pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan ADI (*Argument-Driven Inquiry*) efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi dan cahaya. Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berargumentasi berbasis data, melakukan penyelidikan ilmiah, serta mengembangkan ide secara sistematis, sehingga meningkatkan kualitas berpikir kritis secara signifikan.

Tabel 1.2 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu.

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Putra et al. (2021)	Pengembangan e-Modul Praktikum berbasis HOT Lab untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	Sama-sama mengembangkan modul berbasis <i>Higher Order Thinking Laboratory</i> (HOT Lab) dan mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis.	Penelitian sebelumnya menggunakan e-modul praktikum umum, sedangkan penelitian Anda menggunakan modul elektronik berbasis <i>Liveworksheets</i> pada materi gelombang cahaya.
2	Tsania (2018)	Penerapan Model Praktikum HOT Lab pada Materi Gelombang Bunyi	Sama-sama menggunakan model HOT Lab dan menilai peningkatan keterampilan berpikir kritis.	Materi berbeda (gelombang bunyi), tidak mengembangkan modul elektronik berbasis <i>Liveworksheets</i> .
3	Triandini et al. (2021)	Pengembangan Modul Fisika Berbasis Guided Inquiry	Sama-sama mengembangkan modul fisika dan mengukur berpikir kritis peserta didik.	Model pembelajaran berbeda (Guided Inquiry), tidak menggunakan HOT Lab maupun <i>Liveworksheets</i> .
4	Puspitasari (2018)	Pengembangan Modul Fisika Dasar Berbasis Scientific Approach	Sama-sama mengembangkan modul pembelajaran dan meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.	Pendekatan berbeda (Scientific Approach) dan bukan berbasis HOT Lab ataupun <i>Liveworksheets</i> .
5	Yanti et al. (2015)	Pengembangan Modul Fisika Berbasis <i>Problem Based Learning</i>	Sama-sama meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui modul.	Model yang digunakan PBL, bukan HOT Lab, dan tidak berbasis <i>Liveworksheets</i> .
6	Handayani et al. (2017)	Pengembangan Modul Fisika Berbasis <i>Problem Based Learning</i> pada Materi Usaha dan Energi	Keduanya mengembangkan modul untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.	Materi berbeda dan tidak berbasis HOT Lab maupun <i>Liveworksheets</i> .

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
7	Lawut et al. (2019)	Pengembangan Modul IPA Fisika Berbasis PBL pada Materi Gerak Lurus	Sama-sama bertujuan meningkatkan berpikir kritis melalui modul.	Model PBL dan materi berbeda, tidak melibatkan <i>Liveworksheets</i> atau HOT Lab.
8	Prastuti et al. (2018)	Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kontekstual pada Materi Kalor	Sama-sama berfokus pada peningkatan berpikir kritis dan kreativitas.	Model kontekstual, materi kalor, tanpa HOT Lab dan tanpa <i>Liveworksheets</i> .
9	Dewi et al. (2025)	Pembelajaran SOLE Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Berpikir Kritis	Sama-sama berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan menggunakan media digital.	Tidak mengembangkan modul; menggunakan model SOLE dan simulasi PhET, bukan HOT Lab atau <i>Liveworksheets</i> .
10	Suganda et al. (2023)	Model STEM-ADI untuk Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis pada Gelombang Bunyi dan Cahaya	Sama-sama membahas materi gelombang cahaya dan peningkatan berpikir kritis.	Tidak mengembangkan modul elektronik dan tidak menggunakan HOT Lab atau <i>Liveworksheets</i> .

Berdasarkan sepuluh penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pengembangan berbagai model dan media pembelajaran seperti modul elektronik, pendekatan HOT Lab, *guided inquiry*, *Problem Based Learning* (PBL), pembelajaran kontekstual, SOLE berbantuan simulasi, hingga integrasi STEM ADI secara konsisten terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Secara umum keterampilan berpikir kritis peserta didik masih berada pada kategori sedang dan memerlukan penguatan melalui pembelajaran yang menekankan analisis data, evaluasi bukti, pemecahan masalah, serta eksplorasi mandiri. Penggunaan media digital dan modul interaktif berperan signifikan dalam meningkatkan keaktifan belajar, membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih mendalam, serta memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi. Meskipun demikian, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengembangkan modul elektronik

berbasis *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT Lab) dengan integrasi platform *Liveworksheets* pada materi gelombang cahaya, sehingga terdapat celah penelitian yang perlu diisi. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting sebagai upaya menghadirkan perangkat ajar interaktif yang lebih terstruktur dan relevan guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika di era digital.

