

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan landasan utama suatu bangsa untuk menyiapkan sumber daya manusia yang unggul. Sistem pendidikan saat ini harus diarahkan untuk membekali peserta didik dengan berbagai keterampilan penting agar mereka berhasil di abad ke-21 (Sava Rahmadila, 2023). Hal ini menuntut adanya penyesuaian besar dalam proses belajar-mengajar (Hendra Jaya, 2023). Perubahan teknologi dan zaman memaksa proses pembelajaran untuk terus berkembang. Pendidikan harus selalu relevan dengan kondisi dan kebutuhan belajar peserta didik di era modern, yang dikenal dengan istilah "Pendidikan Abad 21 (Taujih, 2022).

Keterampilan yang dibutuhkan dalam pendidikan abad-21 sejalan dengan empat pilar pendidikan global yang diusung oleh UNESCO: *learning to know* (belajar untuk tahu), *learning to do* (belajar untuk bertindak), *learning to be* (belajar untuk menjadi diri sendiri), dan *learning to live together* (belajar untuk hidup berdampingan)(Putri, 2025). Pembelajaran di abad-21 menekankan terhadap kebutuhan peserta didik agar dapat memperoleh keterampilan 4C yang diidentifikasi oleh Asosiasi Pendidikan Nasional (2002) dengan keterampilan sebagai berikut *Critical thinking skill* (keterampilan berpikir kritis), *Creativity* (kreativitas), *Communnication* (komunikasi), dan *Collaboration* (kolaborasi).

Keterampilan abreliaad-21 yang relevan perlu dikuasai peserta didik agar mampu mengatasi berbagi tangan masa kini dan masa mendatang. Pendidikan abad-21 menjunjung penalaran pengembangan dan pemberdayaan seluruh potensi dalam diri peserta didik dalam tujuan membangun karakter serta ketemapilan menjadi pribadi yang lebih baik. Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) merupakan salah satu aspek yang penting dalam membawa pengaruh secara signifikan dalam dunia pendidikan dan sangat relevan dan di butuhkan dengan abad-21, berpikir kritis merupakan hal yang penting yang perlu dikuasai oleh peserta didik di abad ke-21 karena berpikir kritis dapat membantu peserta

didik berkembang di lingkungan agar mampu berubah dengan cepat ketika diharapkan dengan masalah (Annidaul Husna dkk., 2025)

Peserta didik perlu dilatih memiliki nalar yang tajam agar kualitas pendidikan meningkat dan mereka siap bersaing di era globalisasi. Banyak hal yang dapat dilakukan dalam membangun kemampuan berpikir kritis peserta didik (Wahyuni dkk., 2023). Beberapa cara dalam pembelajaran dapat dilakukan dalam membangun keterampilan berpikir peserta didik di dalam kelas (Yasifa dkk., 2023). Kemampuan berpikir kritis tidak hanya membantu peserta didik dalam memahami materi pelajaran, tetapi juga dalam mengembangkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah secara efektif (Anin, 2024). Dalam dunia yang dipenuhi dengan informasi yang beragam dan seringkali bertentangan, kemampuan untuk berpikir kritis memungkinkan individu untuk memilah informasi yang relevan dan membuat keputusan yang tepat (Meilani dkk., 2024).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis pada peserta didik masih perlu ditingkatkan. Setiawan dkk (2022) yang mengembangkan E-LKPD berbasis model *Problem-Based Learning* (PBL) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik memperoleh *n-Gain* sebesar 0,58 (kategori sedang). Maharani dan Sukarmin (2023) yang mengkaji implementasi model pembelajaran HOT-Lab dalam pembelajaran fisika pada materi optika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik dengan nilai *n-Gain* rata-rata sebesar 0,62 dan keterlaksanaan pembelajaran mencapai 87,3%. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan berupa penggunaan LKPD dalam format cetak konvensional yang belum memanfaatkan teknologi digital secara optimal. Nugroho dkk. (2023) yang mengembangkan media pembelajaran berbantuan Padlet untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi ilmiah peserta didik peningkatan keterampilan kolaborasi sebesar 31,2% dan komunikasi ilmiah sebesar 28,7% dibandingkan kelompok kontrol. Meskipun penelitian ini

membuktikan efektivitas Padlet sebagai media pembelajaran kolaboratif, penelitian ini tidak mengintegrasikan Padlet ke dalam model pembelajaran yang secara spesifik berorientasi pada pengembangan, dan tidak mengembangkan perangkat pembelajaran berupa E-LKPD yang terstruktur sebagai penopang implementasi Padlet dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilaksanakan di SMA Muhammadiyah 4 Kota Bandung, hasil wawancara dengan guru menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas selama pembelajaran cenderung menggunakan metode ceramah, selain itu pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran masih jarang dilaksanakan karena kurangnya alat yang tersedia dan pemanfaatan terhadap teknologi digital seperti bantuan praktikum berbasis online ataupun pemanfaatan media sebagai sarana pembelajaran selain buku dan LKS masih jarang digunakan. Pembelajaran sudah mulai mengikuti kurikulum *deep learning* dengan mengaitkan dengan fenomena sehari-hari dan diikuti dengan teori dan latihan soal, hal ini memiliki beberapa faktor seperti jam pembelajaran yang singkat, jarang menggunakan media dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan angket yang diberikan kepada peserta didik menunjukkan bahwa 75,34% peserta didik menjawab bahwa masih jarang penggunaan media pembelajaran di dalam kelas dan peserta didik menunjukkan minat terhadap media pembelajaran berbasis teknologi karena mampu memotivasi peserta didik dalam proses pembelajaran di dalam kelas dan mudah memahami konsep pembelajaran fisika yang menurut peserta didik cukup sulit dipahami tanpa diberikan stimulus gambar maupun video, selain itu proses pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas cenderung menggunakan metode ceramah dalam menyampaikan materi pembelajaran di dalam kelas dengan menjelaskan fenomena berkaitan terlebih dahulu, lalu memberikan teori dan pengertian dan dilanjutkan dengan soal yang akan dikerjakan oleh peserta didik, akan tetapi sesekali menggunakan *problem based learning* di dalam kelas.

Berdasarkan hasil tes yang dilakukan di SMA Muhammadiyah 4 Kota Bandung untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik yang berjumlah 36 peserta didik di kelas XII-2 pada materi gelombang bunyi dengan 12 soal uraian. Instrumen penelitian yang digunakan mengadaptasi dari penelitian Salsabila (2024) yang terdiri dari 5 indikator keterampilan berpikir kritis Menurut (Ennis, 1993) ; (1) Memberikan penjelasan sederhana; (2) Membangun keterampilan dasar; (3) Menyimpulkan; (4) Membuat penjelasan lebih lanjut; (5) Strategi dan taktik. Indikator tersebut dapat dilaksanakan dengan kegiatan pembelajaran yang baik. Hasil tes keterampilan berpikir kritis tersebut disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Hasil keterampilan Berpikir Kritis

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Hasil Rata-Rata	Interprestasi
1	Memberikan penjelasan sederhana	35,63	Rendah
2	Membangun keterampilan dasar	38,79	Rendah
3	Menyimpulkan	30,17	Rendah
4	Membuat penjelasan lebih lanjut	24,13	Rendah
5	Strategi dan taktik.	17,67	Rendah
Rata-tata		29,88	Rendah

Berdasarkan Tabel 1.1 menunjukkan hasil studi pendahuluan , di mana nilai yang dihasilkan menunjukkan nilai 29,88 dengan interpretasi rendah berdasarkan persentase nilai jawaban peserta didik pada masing-masing indikator yang dikonversikan menggunakan kriteria $80 < P \leq 100$ Sangat Tinggi, $60 < P \leq 80$ Tinggi, $40 < P \leq 60$ sedang, $20 < P \leq 40$ Rendah dan $0 < P \leq 20$ Sangat Rendah (Solikhin & Fauziah, 2021).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan awal, tes keterampilan berpikir Kritis menunjukkan hasil rata-rata dengan nilai 29,88 jila dilihat dari interpretasi nilai yang di dapatkan termasuk kedalam kategori rendah. Sejalan dengan hasil wawancara yang telah dilakukan kepada guru fisika mengungkapkan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam menerapkan keterampilan berpikir kritis,

Hal ini didasari pada kegiatan pembelajaran yang cenderung hanya menghafal informasi tanpa memahami konsep dasar dan diakhir pembelajaran diberikan soal di mana peserta didik belum terlalu memahami. Kegiatan pembelajaran di dalam kelas yang jarang menggunakan kegiatan praktikum secara real maupun virtual menjadi salah satu faktor menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir peserta didik (Amalia & Hardianti, 2025).

Kegiatan pembelajaran yang bersifat konvensional juga mempengaruhi keterampilan berpikir kritis peserta didik. Materi yang disajikan pada saat pembelajaran kurang menarik dan menantang di mana disajikan dalam bentuk yang terbatas ataupun kaku saat pembelajaran tidak tersampaikan secara maksimal (Bella Eka Wardhayani et al., 2025). Faktor lainnya seperti tidak menerapkannya media pembelajaran di dalam kelas juga mempengaruhi karena minat peserta didik dalam menerima pembelajaran di dalam kelas berkurang di mana peserta didik merasa kesulitan untuk menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan situasi nyata (Nanda & Handayani, 2025). Hal ini diperkuat dengan hasil angket yang diberikan kepada peserta didik menyatakan bahwa peserta didik lebih menyukai media pembelajaran yang menarik dan kegiatan praktikum yang dilaksanakan di dalam kelas karena mampu menarik minat peserta didik kedalam materi fisika.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, diperlukan LKPD dalam bentuk elektronik agar peserta didik dapat mengakses kapan pun dan lebih menarik minat peserta didik. Pemilihan metode pembelajaran yang tepat juga perlu diperhatikan untuk menunjukkan kegiatan pembelajaran di dalam kelas yang selaras dengan minat peserta didik dan mampu membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran lebih baik (Fransiskus Ganeza Sutomo & Mifda Rasida Quratul Aini, 2024). Media pembelajaran memberikan manfaat kepada peserta didik di dalam kelas dan membantu peserta didik dalam bersosialisasi bersama teman sebaya yang di mana memberikan motivasi untuk belajar yang lebih baik (Anjani et al., 2025).

Kegiatan laboratorium merupakan salah satu bentuk pembelajaran yang tersusun di mana di dalamnya terdapat langkah-langkah yang diuraikan sesuai

dengan kebutuhan yang di mana hal tersebut mengarahkan kedalam penemuan yang dapat menjelaskan ataupun menemukan peristiwa ilmiah yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari (Lina Inayah & Adam Malik, 2025). Kegiatan laboratorium merupakan kegiatan yang bersifat sistematis dan rinci, sehingga mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta dapat mendorong motivasi dalam diri peserta didik dalam menyampaikan hasil dari percobaan yang telah dilakukan (Candra & Hidayati, 2020). Riset secara faktual di dalam laboratorium secara virtual maupun nyata dilakukan langsung oleh peserta didik di mana sesuai dengan kebutuhan abad ke-21 di mana dapat menyertakan inovasi dalam setiap kegiatan yang dilakukannya. Melalui pengalaman langsung, peserta didik dapat mengembangkan rasa ingin tahu, kemampuan analitis, dan pemecahan masalah secara lebih optimal (Adam Malik dkk., 2020).

Proses yang terstruktur ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga menumbuhkan keberanian peserta didik dalam mengemukakan hasil temuannya menumbuhkan pada konteks pembelajaran abad ke-21, kegiatan ilmiah seperti ini perlu disertai unsur inovasi agar relevan dengan kebutuhan zaman (Ramdhani dkk., 2024).

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat telah mendorong hadirnya beragam inovasi dalam pembelajaran abad ke-21 (Natasya Azzahra et al., 2024). Akan tetapi, realitas di lapangan menunjukkan bahwa tidak semua institusi memiliki fasilitas Laboratorium yang memadai. Keterbatasan anggaran, sarana yang tidak lengkap, dan peralatan yang kurang layak seringkali menjadi kendala utama dalam pelaksanaan praktikum (Sarah Auliyah & Asfiati, 2025). Dalam pelaksanaannya, kegiatan praktikum baik nyata maupun virtual tetap memerlukan modul pembelajaran yang tepat sebagai panduan peserta didik dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan dengan terarah (Intan Mauliana & Shofiyah, 2021).

Kegiatan praktikum dengan pendekatan secara sistematis dan terstruktur yang lebih dikenal sebagai model *cookbook laboratory* merupakan salah satu model yang paling banyak digunakan dalam praktikum (Widayana & Malik, 2024). Metode praktikum *cookbook laboratory*, peserta didik hanya melakukan

apa yang telah dituliskan, peserta didik harus menyelesaikan eksperimen dalam waktu yang telah ditetapkan dan harus memperoleh hasil yang diharapkan (sesuai yang tertulis di buku petunjuk praktikum) (Rokos & Zavodska, 2020).

Tuntutan pendidikan abad 21 memerlukan model praktikum yang lebih inovatif, salah satunya *Higher Order Thinking Laboratory* (HOT-Lab). Model ini merupakan pengembangan dari *Problem Solving laboratory* (PSL) yang menekankan kemampuan pemecahan masalah berbasis eksperimen (Pramadiana & Malik, 2024). HOT-Lab mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik, seperti berpikir kritis, kreatif, analitis, dan evaluatif. Kegiatan praktikum HOT-Lab dilaksanakan melalui tiga tahapan, yaitu pra-lab, kegiatan tahap lab, dan pasca-Lab. Penelitian menunjukkan bahwa model HOT-Lab memberikan hasil positif terhadap pembelajaran (Ubaidillah dkk., 2022). Peserta didik yang mengikuti model ini terbukti memiliki kemampuan berpikir kreatif yang lebih tinggi (Safitri dkk., 2019). Selain meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, HOT-Lab juga memberikan latihan terstruktur, umpan balik bermakna, dan meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Damayanti dkk., 2022).

Implementasi HOT-Lab akan lebih optimal jika dipadukan dengan media digital seperti Padlet. Padlet merupakan platform kolaboratif yang memungkinkan peserta didik mengunggah hasil pra-lab, data percobaan, analisis, video demonstrasi, hingga refleksi pasca-lab. Melalui Padlet, peserta didik dapat berdiskusi, memberikan komentar, dan membandingkan hasil percobaan dengan teman-teman mereka (Widayana & Malik, 2024). Hal ini memperkuat kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik melalui komunikasi kolaboratif. HOT-Lab adalah kegiatan laboratorium yang fokus pada pelatihan keterampilan berpikir kritis melalui serangkaian aktivitas laboratorium (Mujib Ubaidillah et al., 2025). Integrasi HOT-Lab dengan Padlet mendukung pembelajaran mandiri, kolaboratif, dan terstruktur, sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad 21.

Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari karena fenomenanya dapat ditemukan dalam

aktivitas sederhana seperti mendengar suara sirine kendaraan, petir, hingga musik. Materi ini mencakup konsep fisis yang mendalam seperti frekuensi, amplitudo, panjang gelombang, serta cepat rambat bunyi yang bergantung pada medium rambatnya (Mulyaningsih, 2024). Berbeda dengan pengamatan gerak benda secara visual, gelombang bunyi memberikan pengalaman belajar yang unik melalui analisis fenomena seperti efek doppler, resonansi, dan pemantulan bunyi yang dapat diukur secara akurat. Melalui metode praktikum yang memanfaatkan teknologi aplikasi virtual seperti PHeT ataupun *Sound Meter Level*, peserta didik dapat mengamati visualisasi bentuk gelombang secara langsung, menganalisis hubungan antar variabel frekuensi dan panjang gelombang dalam bentuk grafik, serta menghubungkan teori akustik dengan kenyataan objektif secara lebih mudah dan interaktif (Afrizal et al., 2026). Melalui metode praktikum, peserta didik dapat mengamati pola gerak secara langsung, menganalisis data, serta menghubungkan teori dengan fenomena nyata secara lebih mudah (Adnan & Annisa, 2025).

Berdasarkan latar belakang masalah yang didapatkan, maka penelitian dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbasis Model HOT-Lab Berbantuan Padlet Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Gelombang Bunyi” akan menjadi langkah dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di dalam kelas guna mengikuti perkembangan teknologi dan zaman.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan media pembelajaran E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam materi gelombang bunyi?
2. Bagaimana keterlaksanaan kegiatan pembelajaran berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam

meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam materi gelombang bunyi?

3. Bagaimana perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam materi gelombang bunyi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang diharapkan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Kelayakan media pembelajaran E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam materi gelombang bunyi.
2. Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam materi gelombang bunyi.
3. Perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah menggunakan E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dalam materi gelombang bunyi.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan berbagai manfaat dalam pembelajaran fisika di dalam kelas, baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat yang diharapkan sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi dunia , khususnya terkait penggunaan E-LKPD berbasis model HOT-Lab dalam kegiatan laboratorium khususnya pada materi gelombang bunyi . Diharapkan memperkaya kajian mengenai model HOT-Lab sebagai alternatif pendekatan pembelajaran fisika yang melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang E-LKPD berbasis HOT-Lab sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengembangan modul kegiatan laboratorium.

b. Bagi Peserta Didik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan suasana baru dan menambah semangat peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran fisika serta menumbuhkan keterampilan berpikir peserta didik.

c. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan inovasi dalam pembelajaran fisika dengan metode praktikum sehingga dapat meningkatkan keterampilan guru.

E. Definisi Oprasional

Definisi operasional dimaksudkan untuk menghindari perbedaan interpretasi atau kerancuan dan kesalahpahaman terkait dengan istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, definisi operasional dalam penelitian ini adalah:

1. *Model Higher Order Thinking Laboratory*(HOT-lab)

HOT-Lab merupakan gabungan antara model pembelajaran pemecahan masalah kreatif (*creative problem-solving learning*) dan model laboratorium pemecahan masalah (*problem solving laboratory*). Sistematika dan unsur-unsur kegiatan HOT-Lab terdiri atas tiga tahapan, yaitu pra lab di mana peserta didik diarahkan untuk menganalisis permasalahan awal dan menjawab soal terlebih dahulu, selanjutnya sesi lab di mana peserta didik akan melakukan praktikum, mengambil data, mengolah data dan menganalisis data, dan pasca lab peserta didik akan mempresentasikan hasil yang didapatkan di depan kelas.

Sebelum diuji cobakan, E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet ini terlebih dahulu dinilai kelayakannya melalui proses validasi oleh ahli media, ahli materi, dan guru fisika untuk memastikan kesesuaian isi, konstruk, dan kebahasaan sebelum digunakan dalam pembelajaran. Setelah dinyatakan

layak, keterlaksanaan pembelajaran dengan metode praktikum HOT-Lab dinilai melalui lembar observasi yang digunakan observer untuk mengamati keterlaksanaan sintaks HOT-Lab pada setiap pertemuan kegiatan dengan jumlah observer sebanyak dua orang pada setiap pertemuan, yang dilaksanakan melalui E-LKPD berbantuan Padlet. Kegiatan pembelajaran menggunakan metode praktikum HOT-Lab dilaksanakan di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung dengan jumlah peserta didik sebanyak 35 orang, sebanyak tiga kali pertemuan, di mana pada setiap pertemuan dilaksanakan seluruh rangkaian kegiatan praktikum HOT-Lab yaitu pra lab, sesi lab, dan pasca lab. Pertemuan pertama membahas materi cepat rambat gelombang bunyi, pertemuan kedua membahas sumber bunyi yang meliputi dawai dan pipa organa, dan pertemuan ketiga membahas efek doppler, resonansi, dan intensitas bunyi.

2. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) didefinisikan sebagai suatu proses berpikir yang berdisiplin. Proses ini melibatkan kemampuan untuk mengkonsep, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi yang diterima. Informasi tersebut dapat diperoleh melalui berbagai sumber, seperti observasi, refleksi, komunikasi, dan tindakan. Dengan kata lain, keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan bernalar, berpikir reflektif, dan berfokus pada pengambilan keputusan.

Pengukuran keterampilan berpikir kritis dilakukan melalui kegiatan *Pretest* dan *Posttest*. Instrumen yang digunakan adalah soal uraian sebanyak 12 butir soal. Seluruh soal dirancang untuk mengukur lima indikator KBK, yaitu: (1) Memberikan penjelasan sederhana; (2) Membangun keterampilan dasar; (3) Menyimpulkan; (4) Membuat penjelasan lebih lanjut; dan (5) Strategi dan taktik. Penelitian ini diukur dengan *Pretest* dan *Posttest* menggunakan 12 soal uraian mengikuti dengan sub Indikator pada setiap indikator dengan tujuan untuk melihat bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik dengan dianalisis menggunakan *n-Gain*.

3. Gelombang Bunyi

Pada penelitian ini berfokus pada materi gelombang bunyi merupakan salah satu materi pembelajaran fisika yang dipelajari di kelas SMA di kelas XI semester genap. Pada kurikulum merdeka, materi ini terdapat pada capaian pembelajaran (CP) Fase F yaitu pada awal fase F.

Materi gelombang bunyi dengan submateri cepat rambat gelombang bunyi, sumber bunyi yang meliputi dawai dan pipa organa, efek doppler, resonansi, dan intensitas bunyi dipilih karena memiliki karakteristik yang kuat untuk melatih keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan analisis permasalahan kontekstual.

F. Kerangka Berpikir

Sebelum penelitian utama dilakukan, serangkaian studi pendahuluan harus dilaksanakan. Kegiatan ini meliputi wawancara dengan guru dan siswa, observasi kelas, serta pengujian awal instrumen dan soal tes. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keterampilan berpikir kritis siswa dan mengidentifikasi jenis media pembelajaran yang umum digunakan. Berdasarkan studi literatur yang ada, kegiatan laboratorium dapat memberikan konteks pembelajaran yang kaya, memicu penggunaan pemikiran logis, dan secara bersamaan mengembangkan berpikir kritis siswa di abad ke-21.

Temuan di lapangan menunjukkan perlunya peningkatan keterampilan berpikir kritis. Rendahnya capaian ini disebabkan karena siswa kurang terampil dalam memecahkan masalah dan kesulitan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penalaran kritis (Zendrato dkk., 2024). Selain itu, LKPD yang umum digunakan di kelas tersebut masih berupa modul cetak. Untuk mengatasi hal tersebut, kegiatan laboratorium virtual (Virtual Lab) menawarkan potensi besar untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Pelaksanaannya dinilai lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan jadwal. Melalui laboratorium virtual, siswa juga dapat mengembangkan keterampilan kreativitas mereka.

Pelaksanaan praktikum, baik di laboratorium nyata maupun virtual, harus didukung oleh LKPD yang tepat untuk memandu siswa secara efektif.

Pemanfaatan modul sebagai bahan ajar, baik cetak maupun elektronik, terbukti bermanfaat dan efektif dalam kegiatan laboratorium fisika, sekaligus memberikan struktur yang jelas. Bahan ajar yang baik tidak hanya berisi materi pelajaran, tetapi juga harus dirancang secara terstruktur untuk meningkatkan KBK melalui analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar. Keterampilan berpikir kritis dapat diukur menggunakan indikator tertentu, yaitu: 1) pemaparan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) penjelasan lebih lanjut, 4) inferensi uji coba, dan 5) strategi/taktik.

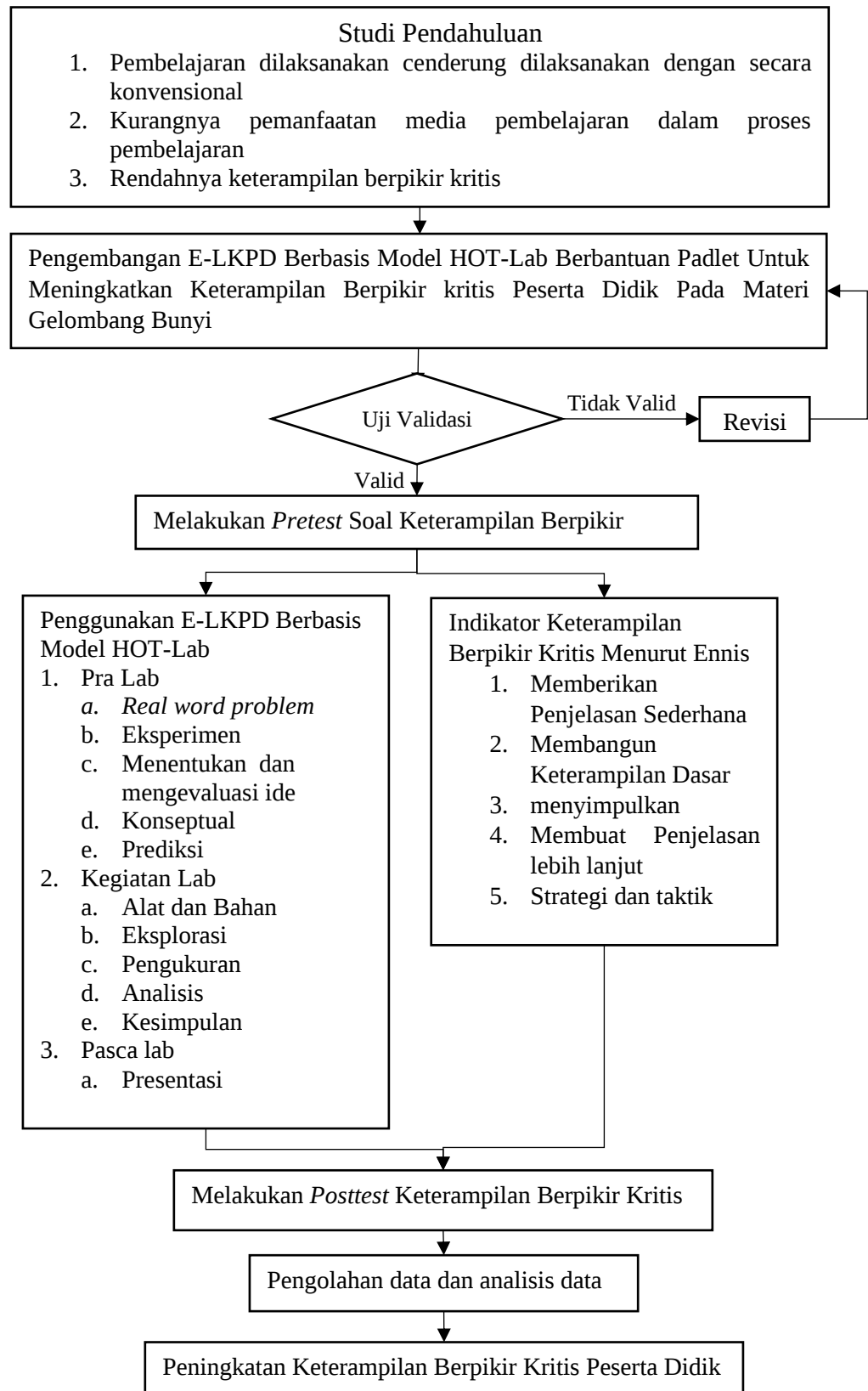
Kelebihan utama model HOT-Lab terletak pada kapasitasnya untuk menciptakan ekosistem pembelajaran laboratorium yang terstruktur untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui kegiatan perencanaan eksperimen (*designing experiment*) oleh peserta didik. Model ini memberikan konteks nyata yang kaya untuk memicu kemampuan analisis dan evaluasi data secara mendalam. Namun, kekurangannya adalah kebutuhan akan alokasi waktu yang besar, tuntutan kemandirian yang tinggi dari peserta didik, serta potensi frustrasi kognitif apabila tidak diberikan panduan adaptif selama proses mendesain eksperimen. Hubungannya dengan keterampilan berpikir kritis bersifat fasilitatif namun menantang. Tahapan HOT-Lab yang menuntut argumentasi dan penalaran logis dapat memperkuat indikator keterampilan berpikir kritis. Namun, beban kognitif model ini berpotensi mengganggu fokus peserta didik dalam melakukan inferensi yang mendalam.

Keterkaitan dengan penggunaan media E-LKPD berbantuan Padlet menjadi media dalam kerangka model HOT-Lab yang dapat memitigasi kekurangan sekaligus mengamplifikasi kelebihan model tersebut. E-LKPD dan Virtual Lab membantu mengatasi kekurangan HOT-Lab dengan menawarkan fleksibilitas pelaksanaan yang dapat menyesuaikan jadwal tanpa terbatas ruang dan waktu. Media ini juga menyederhanakan beban kognitif melalui visualisasi abstrak konsep fisika dan penyediaan instruksi digital yang jelas secara bertahap (*pra-lab*, *tahap lab*, dan *pasca-lab*). Secara simultan, E-LKPD berbasis Virtual Lab memperkuat hubungan HOT-Lab dan keterampilan berpikir kritis dengan menjadi wahana eksplisit yang mengintegrasikan indikator keterampilan

berpikir kritis, seperti menyediakan sesi argumentasi untuk memfasilitasi indikator membangun keterampilan dasar. Dengan demikian, E-LKPD berbasis HOT-Lab berbantuan Padlet bukan sekadar bahan ajar tambahan, melainkan platform operasional yang mengubah potensi teoretis laboratorium HOT-Lab menjadi pengalaman belajar yang terstruktur, fleksibel, dan terukur, yang secara langsung melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Perbedaan keterampilan berpikir kritis melalui penerapan E-LKPD berbasis HOT-Lab berbantuan Padlet memerlukan evaluasi serta analisis secara berkala untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilannya dan menentukan aspek yang perlu diperbaiki (Qamariyah, 2025). Selain itu, keberhasilan penerapan model tersebut juga didukung oleh pembimbingan guru yang kompeten dalam memberikan *scaffolding*, struktur perangkat ajar yang jelas, motivasi belajar peserta didik yang memadai, serta kolaborasi kelompok yang efektif selama sesi penyelidikan.

Model HOT-Lab menempatkan kegiatan laboratorium bukan hanya sebagai pembuktian teori, melainkan sebagai stimulus utama yang dirancang untuk melatih KBK melalui proses aktif mengidentifikasi fenomena, merancang prosedur, hingga menarik kesimpulan (inferensi) berdasarkan bukti empiris. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan, peserta didik diberikan *Posttest* menggunakan 12 soal uraian yang sama dengan *Pretest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis setelah memperoleh perlakuan. Data hasil *Pretest* dan *Posttest* selanjutnya diolah dan dianalisis melalui perhitungan nilai *n-Gain* untuk mengetahui besarnya peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam menarik kesimpulan bahwa pengembangan E-LKPD berbasis model HOT-Lab berbantuan Padlet pada materi Gelombang Bunyi diharapkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, kerangka berpikir yang mendasari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

G. Hipotesis

Hipotesis adalah dugaan sementara yang dirumuskan berdasarkan teori atau fakta yang ada untuk menjawab suatu masalah penelitian, dan nantinya akan diuji kebenarannya melalui pengumpulan dan analisis data.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis yang signifikan sebelum dan setelah menggunakan E-LKPD menggunakan model HOT-Lab di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung pada materi Gelombang bunyi.

H_a : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis yang signifikan sebelum dan setelah menggunakan E-LKPD menggunakan model HOT-Lab di kelas XI-3 SMA Negeri 21 Bandung pada materi gelombang bunyi.

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan dalam pelaksanaan penelitian serta untuk mengetahui penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut beberapa penelitian tersebut menjadi acuan dalam menentukan persamaan, perbedaan dan keterbaruan penelitian yang dilakukan.

1. Purnama Putra & Agustina., (2021) dalam penelitiannya e-model HOT-Lab secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan skor *Posttest* dan *n-Gain* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok control
2. Pramadiana & Malik (2024) menemukan bahwa model HOT-Lab memiliki tingkat efektifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Problem Solving Laboratory* (PSL) dalam meningkatkan ketemapilan berpikir kritis fisika pada peserta didik.
3. Marwoto dkk. (2022) menjelaskan dalam hasil tinjauan literturnya menjelaskan bahwa implementasi HOT-Lab di pembelajaran fisika sebagai salah satu pendekatan laboratorium yang menekankan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang sesuai.

4. Zulfa & Adam Malik (2025) menunjukkan bahwa ketika pembelajaran laboratorium dirancang untuk mendorong penyelidikan, refleksi, dan pemecahan masalah kontekstual, hal itu dapat secara bermakna meningkatkan keterampilan kognitif dan interpersonal.
5. Aksari dkk. (2021a) dalam penelitiannya mengetahui bahwa kelayakan E-LKPD mendapatkan hasil dengan kategori tinggi serta respon peserta didik terhadap E-LKPD termasuk dalam kategori positif dengan mengadopsi model penelitian dengan pengembangan menurut Sugiyono.
6. Khaira Nazira dkk. (2023) dalam penelitiannya terdapat peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis Problem Based Learning pada materi gelombang bunyi.
7. Mulhayatiah dkk. (2025) dalam penelitiannya menunjukkan hasil menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual dan penalaran analitis. Integrasi HOT-Lab dengan laboratorium virtual dapat diterapkan dalam lingkungan pembelajaran jarak jauh atau terbatas sumber daya, mempromosikan pembelajaran aktif, reflektif, dan berpusat pada siswa yang selaras dengan keterampilan abad ke-21.
8. Bumi dkk. (2025) dalam penelitiannya didapatkan hasil menunjukkan bahwa simulasi PhET secara signifikan meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman konseptual.
9. (uhusula dkk., (2023) dalam penelitiannya didapatkan Hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan simulasi PhET dapat membantu memahami konsep gerak parabola serta dapat menghitung ketinggian maksimum serta jarak terjauhnya.
10. Menge dkk. (2025) dalam penelitiannya didapatkan bahwa bahan ajar fisika berbantuan Padlet tidak hanya valid dan efektif, tetapi juga mudah diterapkan dalam proses pembelajaran. Produk ini dapat dijadikan pilihan inovatif bagi guru dalam menghadirkan media interaktif yang mendorong siswa untuk lebih aktif, kreatif, serta terlibat dalam kegiatan belajar.

Tabel 1. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Purnama Putra & Agustina, (2021)	<i>Developing HOT-LAB - Based Physics Practicum HOT-Lab to improve Practicing critical thinking skills</i>	Berfokus pada HOT-Lab	Berfokus pada E-LKPD dan virtual laboratorium
2	Pramadiana & Malik (2024a)	<i>Comparative Analysis of PSL and HOT-Lab in Improving Critical Thinking Skills in Physics Learning</i>	Berfokus pada perbandingan antara PSL dan HOT-Lab dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis	Hanya berfokus pada HOT-Lab
3	Marwoto dkk. (2022)	<i>Higher Order Thinking Laboratory(HOT Lab)-Based Physics Learning: A Systematic Literature Review</i>	Berfokus terhadap HOT-Lab nya saja	Penggunaan E-LKPD dalam proses pembelajaran agar semakin menarik
4	Zulfa & Adam Malik (2025)	<i>The Development of 21st Century Skills through PSL Practicum and HOT Lab in Science Education</i>	Berfokus terhadap proses praktikumnya	Di uraikan di dalam E-LKPD agar lebih menarik
5	Aksari dkk. (2021)	Pengembangan E-LKPD fisika berbasis inkuiri	Berfokus pada E-LKPD	E-LKPD berfokus

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		terbimbing pada materi gelombang bunyi untuk peserta didik Kelas X SMA	berbasis inkuiri terbimbing	terhadap HOT-Lab
6	Khaira Nazira dkk. (2023)	Pengembangan LKPD Fisika Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik Pada Materi Gelombang Bunyi	Menggunakan model PBL dan berfokus pada pemahaman konsep saja	Berfokus pada HOT-Lab dan berfokus terhadap KBK
7	Mulhayatiah dkk. (2025)	<i>Analysis of the integration of the HOT-Lab method in resistor practical work using incandescent lamps on the topic of conductor resistance with PhET virtual lab</i>	Berfokus pada materi hukum ohm dan tidak menggunakan lms	Menggunakan media Padlet sebagai media yang digunakan dalam setiap sintaknya
8	Bumi dkk. (2025)	<i>Optimization of Physics Learning on Uniform Linear Motion (GLB) and Uniformly Accelerated Linear Motion</i>	Modul berbentuk cetak	Menggunakan E-LKPD yang dapat diakses kapan pun

No	Nama Peneliti dan Tahun	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		<i>(GLBB) Through Interactive Virtual Practicum Simulation Based on Phet</i>		
9	Tuhusula dkk. (2022)	Eksperimen Menggunakan Virtual Lab Dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi gerak	Tidak menggunakan model berbentuk peyunjuk praktikum saja	Berisikan dari awal permasalahan hingga kesimpulan
10	Menge dkk. (2025)	<i>Optimization of Physics Learning on Uniform Linear Motion (GLB) and Uniformly Accelerated Linear Motion (GLBB) Through Interactive Virtual Practicum Simulation Based on Phet</i>	Berfokus pada manfaat Padlet akan tetapi tidak menggunakan model pembelajaran	Menggunakan model pembelajaran agar lebih sistematis dan terurut sesuai dengan sintak HOT-Lab

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis praktikum terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, khususnya keterampilan berpikir kritis. Berbagai model dan media telah digunakan, seperti *Problem Based Learning*, *Problem Solving Laboratory*, HOT-Lab, laboratorium virtual berbasis PhET, serta pengembangan E-LKPD. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa integrasi kegiatan

praktikum dengan teknologi digital mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, mendorong pembelajaran yang lebih aktif dan reflektif, serta membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih mendalam.

Meskipun demikian, hasil telaah terhadap penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya variasi fokus, baik dari segi model pembelajaran, media yang digunakan, maupun keterampilan yang ditingkatkan. Sebagian penelitian masih berfokus pada peningkatan pemahaman konsep semata, sementara pengembangan keterampilan berpikir kritis belum menjadi perhatian utama. Selain itu, penggunaan model HOT-Lab dalam pembelajaran fisika masih relatif terbatas, dan integrasinya dengan media digital yang bersifat kolaboratif, seperti Padlet, belum banyak dikaji secara mendalam, khususnya pada materi gelombang bunyi.

Penelitian ini memiliki kebaruan dengan menerapkan model *Higher Order Thinking Laboratory*(HOT-Lab) yang dipadukan dengan media Padlet pada materi gelombang bunyi, dengan tujuan utama meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pemilihan materi gelombang bunyi yang dekat dengan kehidupan sehari-hari diharapkan dapat memudahkan peserta didik dalam memahami konsep, menganalisis permasalahan, serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara lebih optimal. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran fisika yang inovatif, interaktif, dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21.