

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam perspektif humanisme, pembelajaran dipandang sebagai suatu proses yang berorientasi pada upaya memanusiakan manusia (*humanisme*). Pembelajaran yaitu sebuah upaya untuk menciptakan manusia yang memiliki karakter dan kualitas serta salah satu upaya pemerintah dalam mencapai tujuan negara yang tertera dalam UUD 1945 (A. N. Nisa et al., 2025). Pembelajaran bukan sekedar proses pemindahan informasi atau ilmu pengetahuan, tetapi meliputi kegiatan untuk menciptakan lingkungan yang dapat membentuk karakter serta perilaku peserta didik (Arsini et al., 2023). Pembelajaran juga memiliki arti kumpulan pengalaman-pengalaman yang dialami seseorang, dimana pengalaman adalah hasil penginderaan. Hal tersebut memberikan esensi pada pembelajaran yang meliputi proses memberi contoh, membentuk karakter, dan meningkatkan keterampilan peserta didik (Putra Socrates & Mufit, 2022). Maka, pembelajaran fisika pada abad ke-21 dituntut untuk memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik yang dapat mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Pembelajaran fisika pada abad ke-21 tidak terbatas pada penguasaan konsep saja, namun pembelajaran dituntut untuk mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mencakup *problem solving* dan *critical thinking*. Keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*) menjadi keterampilan yang perlu dikuasai untuk menginterpretasikan fenomena fisika secara ilmiah dan rasional (Nisa & Chusni, 2026). Penelitian tentang pembelajaran fisika berbasis masalah pada masa pandemi menunjukkan bahwa pendekatan belajar yang berfokus pada keaktifan peserta didik menjadi semakin relevan dalam menghadapi keterbatasan pembelajaran konvensional (Septeawanati & Yulianti, 2021). Hal ini menjelaskan jika keterampilan berpikir kritis adalah dasar yang perlu dimiliki oleh peserta didik pada pembelajaran fisika karena berperan penting dalam menelaah, mengevaluasi dan memecahkan berbagai permasalahan secara logis dan sistematis.

Keterampilan berpikir kritis adalah kompetensi abad ke-21 yang penting untuk diintegrasikan melalui proses pembelajaran fisika. Keterampilan ini menjadi

dasar bagi peserta didik untuk mampu menelaah informasi, mengevaluasi berbagai alternatif, serta kemampuan dalam prosese pengambilan keputusan berdasar pada alasan logis serta landasan empiris yang kuat. Penguasaan keterampilan berpikir kritis menjadi dasar penting bagi peserta didik untuk menghadapi tuntutan pembelajaran abad ke-21, penerapan kurikulum merdeka, serta kebutuhan dunia kerja yang semakin kompleks (Nugraha Ady et al., 2024). Hasil tersebut menjadikan pengembangan keterampilan berpikir kritis sebagai tujuan utama pembelajaran fisika. Namun, berbagai hasil penelitian dan kondisi di nyata lapangan menunjukkan hal sebaliknya, kondisi keterampilan berpikir kritis peserta didik yang belum optimal menunjukkan perlunya penguatan melalui proses pembelajaran

Hasil studi pendahuluan tes diagnostik keterampilan berpikir kritis yang dilaksanakan di SMA KP 1 Ciparay dengan memberikan soal berbentuk esai sebanyak 12 butir pada 33 peserta didik kelas XII MIPA 3 yang mencakup indikator keterampilan erpikir kritis (Ennis, 2011a), menunjukkan hasil uji diagnostik yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. Instrumen tersebut diadaptasi dari penelitian sebelumnya oleh Salsabila (2024).

Tabel 1. 1 Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis

No	Aspek Pertanyaan (Indikator KBK)	Hasil Rata-rata	Kategori
1	Memberikan Penjelasan Mendasar (<i>elementary clarification</i>)	42,42	Cukup
2	Membangun Keterampilan Dasar (<i>basic support</i>)	38,64	Rendah
3	Menyimpulkan (<i>inference</i>)	33,59	Rendah
4	Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut (<i>advanced clarification</i>)	38,64	Rendah
5	Menerapkan Strategi dan Taktik (<i>strategy and tactics</i>)	37,50	Rendah
Rata-rata		38,16	Rendah

Merujuk data pada Tabel 1.1, terlihat bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XII MIPA di SMA KP 1 Ciparay ini masih rendah dengan rata-rata sebesar 38,16. Indikator memperoleh persentase tertinggi sebesar 42,42 yang tergolong cukup, sedangkan indikator menyimpulkan menunjukkan persentase

terendah, yaitu 33,59 yang mengindikasikan rendahnya keterampilan dalam menarik simpulan yang didukung oleh penalaran yang sistematis.

Hasil ini mencerminkan keterampilan peserta didik yang relatif mampu mengidentifikasi informasi awal atau memberikan argumentasi terkait suatu permasalahan, namun masih mengalami kesulitan ketika dituntut untuk menggunakan bukti, melakukan penalaran, membuat kesimpulan, dan menentukan strategi untuk menyelesaikan masalah secara sistematis. Kondisi ini menandakan jika proses pembelajaran belum secara maksimal mendukung pengembangan dari keterampilan tersebut pada setiap indikatornya. Secara keseluruhan, rendahnya capaian pada sebagian besar indikator menandakan keterampilan berpikir kritis peserta didik belum mencapai tingkat yang optimal. Indikator menyimpulkan (*Inference*) memperoleh nilai rata-rata terendah, yaitu 33,59. Dengan demikian, untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai rendahnya capaian keterampilan berpikir kritis peserta didik, selanjutnya dilakukan analisis terhadap jawaban peserta didik pada indikator menyimpulkan (*inference*) yang memperoleh nilai rata-rata terendah. Analisis jawaban peserta didik yang dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Analisi Jawaban Peserta Didik

Sub-Indikator <i>Inference</i>	Temuan Jawaban Peserta Didik	Analisis Permasalahan
Mendeduksi atau mempertimbangkan hasil induksi	Salah mengklasifikasikan pipa organa terbuka dan tertutup	Peserta didik belum menganalisis hubungan panjang pipa dan pola harmonik secara konseptual
Menginduksi atau mempertimbangkan hasil induksi	Menganggap cepat rambat dan panjang gelombang berbanding lurus	Terjadi miskonsepsi terhadap hubungan ($v = f\lambda$), menunjukkan lemahnya generalisasi konsep
Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	Jawaban umum tanpa argumentasi ilmiah (pemanutan bunyi, efek Doppler)	Kesimpulan tidak didasarkan pada analisis variabel dan prinsip fisika yang tepat

Tabel 1.2 menunjukkan bahwa penalaran siswa, yang belum didasarkan pada analisis konseptual dan hubungan matematis yang tepat, mencerminkan rendahnya tingkat indikator inferensi baik dalam skor kuantitatif maupun kualitas penalaran.

Saat ini, sangat sedikit indikator untuk mengembangkan kemampuan mendasar, memberikan lebih banyak penjelasan, dan menerapkan strategi dan taktik dalam praktik. Temuan ini menunjukkan tantangan yang dihadapi siswa dalam membuat hubungan antara konsep fisika, mengevaluasi materi yang ditawarkan, dan secara metodis menciptakan proses untuk mengatasi masalah.

Merujuk pada temuan dari wawancara bersama guru fisika, pemahaman konsep yang belum optimal serta kesulitan peserta didik dalam melakukan penalaran matematis dan menyelesaikan soal yang memerlukan tahapan pemecahan masalah menjadi pengaruh rendahnya keterampilan berpikir kritis. Guru menyampaikan bahwa pemahaman konsep fisika peserta didik masih berada di luar harapan yang ditunjukkan oleh hasil asesmen hasil peserta didik belum mencapai nilai minimum. Peserta didik juga mengalami kesulitan dalam penalaran matematis serta penyelesaian soal yang menuntut tahapan *problem solving*. Meskipun guru telah mengimplementasikan model PBL. Namun, dalam menyelesaikan suatu permasalahan, peserta didik sering kali belum mampu menentukan tahapan penyelesaian secara mandiri.

Media pembelajaran yang digunakan selama ini meliputi alat laboratorium, simulasi PhET, serta LKPD berbasis Canva dan *Liveworksheets*. Meskipun telah mendukung proses pembelajaran, penggunaannya belum sepenuhnya optimal karena keterbatasan waktu pelaksanaan, biaya, serta kesiapan peserta didik selama proses pembelajaran berbasis teknologi. Akibatnya, kesempatan peserta didik dalam mendapatkan pengalaman belajar interaktif dan mengoptimalkan penalaran secara sistematis masih belum maksimal.

Permasalahan tersebut menjelaskan kebutuhan akan media pembelajaran yang dapat memvisualisasikan hubungan antarkonsep, menyediakan informasi secara interaktif, serta membantu peserta didik meningkatkan penalaran yang lebih sistematis dalam menyelesaikan permasalahan fisika. Untuk memperkuat kebutuhan tersebut, dilakukan analisis kebutuhan media pembelajaran menggunakan angket kebutuhan media yang diisi oleh peserta didik. Hasil analisis kebutuhan media pembelajaran tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Kebutuhan Media Pembelajaran Fisika

No	Aspek Pertanyaan	Persentase %	
		Ya	Tidak
1	Apakah kamu pernah menggunakan <i>E-book</i> interaktif dalam pembelajaran fisika?	31,2	68,8
2	Apakah penggunaan <i>E-book</i> interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika?	75,0	25,0
3	Apakah kamu setuju jika <i>E-book</i> interaktif diterapkan dalam pembelajaran fisika?	93,8	6,2

Berdasarkan Tabel 1.3, sebanyak 68,8% peserta didik menyatakan belum pernah menggunakan *e-book* interaktif dalam pembelajaran fisika, sedangkan 31,2% peserta didik menyatakan pernah menggunakannya. Meskipun demikian, 75,0% peserta didik meyakini bahwa implementasi *e-book* interaktif dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika. Selain itu, 93,8% peserta didik menyatakan setuju apabila *e-book* interaktif diterapkan dalam pembelajaran fisika, sedangkan hanya 6,2% yang tidak setuju.

Temuan ini menunjukkan bahwa e-book interaktif masih belum umum digunakan dalam pengajaran fisika di kelas. Meskipun demikian, terdapat kebutuhan dan penerimaan yang jelas terhadap materi pembelajaran digital yang lebih interaktif, sebagaimana terlihat dari proporsi besar siswa yang mendukung penggunaan e-book interaktif dan menganggapnya bermanfaat untuk pemahaman konsep. Hasil ini mencerminkan jika peserta didik mengharapkan bahan ajar yang menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik dengan memvisualisasikan topik fisika di samping konten tekstual.

Temuan tersebut memperkuat hasil analisis dan wawancara dengan guru yang menunjukkan adanya hambatan yang dihadapi peserta didik dalam menghubungkan konsep, melakukan penalaran, dan menyelesaikan permasalahan fisika secara sistematis. Kebutuhan terhadap media pembelajaran digital interaktif membuka peluang untuk mengembangkan berbagai bentuk media yang mampu memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep serta mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis. Media dengan karakteristik tersebut adalah *Virtual Interactive Textbook* (VIT), yaitu media pembelajaran yang mengintegrasikan materi,

visualisasi, video, dan kegiatan interaktif dalam satu platform pembelajaran. Potensi VIT sebagai media pembelajaran dapat ditinjau melalui berbagai penelitian terdahulu mengenai keterampilan berpikir kritis, media pembelajaran digital, serta pengembangan media menggunakan MIT App Inventor.

Peserta didik belum memahami materi gelombang bunyi secara optimal. Peserta didik kesulitan dalam menganalisis konsep, menghubungkan variabel fisis, serta mengevaluasi fenomena bunyi sehingga pembelajaran cenderung bersifat hafalan dan prosedural (Deviana & Desstya, 2024). Kesulitan juga ditemukan pada kemampuan analisis, evaluasi, dan penarikan kesimpulan secara logis (Nurdiyati et al., 2025). Hasil pengukuran menggunakan instrumen berbasis *Rasch Model* menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran materi gelombang bunyi masih berada pada kategori sedang hingga rendah (Aditya et al., 2025). Penelitian-penelitian tersebut telah menggambarkan kondisi keterampilan berpikir kritis peserta didik, namun belum mengembangkan media pembelajaran yang secara khusus direncanakan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Media pembelajaran digital telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika. Modul pembelajaran interaktif mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran konsep fisika dan matematika (Moradi et al., 2018). Media pembelajaran berbasis Android juga terbukti mendukung pemahaman konsep peserta didik (Devi et al., 2025). Penerapan model PBL dengan teknologi digital dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dan mendukung pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Yonsyah & Widowati, 2025). Namun, pengembangan media masih berorientasi untuk meningkatkan hasil belajar serta pemahaman konsep sehingga perancangan belum secara spesifik mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis. Dalam pengembangan media pembelajaran digital, *MIT App Inventor* menjadi salah satu perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan

Pemanfaatan MIT App Inventor dalam pengembangan media pembelajaran berbasis Android didukung oleh kemampuannya dalam menghasilkan aplikasi yang interaktif serta mudah dioperasikan. Pembelajaran menggunakan media yang dibuat

dengan MIT App Inventor terbukti mampu meningkatkan minat belajar dan kemandirian peserta didik (Yanti et al., 2022). Pengembangan sarana pembelajaran berbasis Android juga menunjukkan potensi yang baik dalam mendukung pembelajaran fisika pada materi yang bersifat abstrak (Sari & Kholiq, 2025). Namun, media yang dikembangkan belum berbentuk *Virtual Interactive Textbook* (VIT) yang mengintegrasikan materi, visualisasi, aktivitas interaktif, dan sintaks pembelajaran untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis secara sistematis.

Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis masih didominasi oleh identifikasi tingkat kemampuan peserta didik, sedangkan penelitian tentang media pembelajaran digital lebih didominasi pada peningkatan hasil belajar serta pemahaman konsep peserta didik. Pengembangan media berbasis MIT App Inventor dalam bentuk *Virtual Interactive Textbook* (VIT) yang dirancang dalam rangka mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi juga masih sangat terbatas. Celah penelitian tersebut menjadi dasar pengembangan media dalam penelitian ini.

Virtual Interactive Textbook (VIT) dipilih karena mampu menyajikan materi secara multirepresentasi dalam satu media pembelajaran digital. Hal tersebut dapat memfasilitasi peserta didik untuk menghubungkan konsep, membangun pengetahuan melalui interaksi dengan media, serta mengembangkan penalaran secara lebih sistematis selama proses pembelajaran (Sullivan et al., 2017). Karakteristik tersebut sesuai dengan hasil studi pendahuluan yang menandakan kesulitan peserta didik dalam menghubungkan konsep, melakukan penalaran, dan menarik kesimpulan pada materi gelombang bunyi. Selain itu, pengembangan VIT berbasis MIT App Inventor memungkinkan media diakses melalui perangkat Android sehingga lebih mudah digunakan, interaktif serta relevan dengan karakteristik peserta didik di abad ke-21.

Kebaruan penelitian ini terdapat pada pengembangan *Virtual Interactive Textbook* berbasis MIT App Inventor yang dirancang sebagai media diharapkan mampu mengoptimalkan peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menyampaikan konten pembelajaran secara multirepresentasi. Dengan demikian, peserta didik dapat lebih terbantu dalam memahami konsep,

mengembangkan kemampuan penalaran, serta menyelesaikan persoalan fisika melalui tahapan yang sistematis. LKPD yang terdapat dalam media disusun berdasarkan model *Problem Based Learning* (PBL) sebagai pendukung pelaksanaan pembelajaran. Keterkaitan antara permasalahan yang ditemukan pada indikator *inference*, desain VIT, dan dampak yang diharapkan terhadap keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Keterkaitan Permasalahan dengan Desain VIT dan Peningkatan KBK

Permasalahan pada Indikator <i>Inference</i>	Desain dalam VIT	Dampak terhadap KBK
Peserta didik kesulitan menghubungkan konsep fisika	Materi dilengkapi gambar, animasi, video, dan simulasi	Membantu memahami hubungan antarkonsep secara lebih utuh
Peserta didik mengalami miskonsepsi hubungan antarvariabel	Visualisasi interaktif dan contoh kontekstual	Memperkuat penalaran konseptual dan mengurangi miskonsepsi
Peserta didik kesulitan menarik kesimpulan	Latihan soal, evaluasi, dan refleksi	Melatih kemampuan menganalisis dan menyimpulkan berdasarkan konsep
Peserta didik belum terbiasa menyelesaikan masalah secara sistematis	LKPD berbasis <i>Problem Based Learning</i> sebagai pendukung pembelajaran	Membantu peserta didik mengembangkan langkah penyelesaian masalah dan keterampilan berpikir kritis

Berdasarkan Tabel 1.4, desain VIT dikembangkan dengan mempertimbangkan permasalahan yang berkaitan dengan keterampilan *inference*, khususnya dalam menghubungkan konsep, menarik kesimpulan, dan menyelesaikan permasalahan secara sistematis. Penyajian materi secara multirepresentasi melalui gambar, animasi, video, dan simulasi dirancang untuk membantu peserta didik membangun pemahaman terhadap hubungan antarkonsep dan antarvariabel. Sementara itu, latihan soal, evaluasi, refleksi, serta LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melatih proses penalaran dan penyelesaian masalah secara sistematis. Dengan demikian, setiap komponen dalam VIT memiliki keterkaitan dengan permasalahan keterampilan berpikir kritis yang hendak diatasi.

Dengan demikian, rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik menandakan tingginya kebutuhan media digital interaktif, serta masih terbatasnya pengembangan *Virtual Interactive Textbook* berbasis MIT App Inventor yang dirancang berdasarkan indikator berpikir kritis Ennis, maka penelitian ini dilakukan dengan judul **“Pengembangan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) Berbasis MIT App Inventor untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Gelombang Bunyi”**.

B. Rumusan Masalah

Merujuk pada hasil analisis masalah yang telah dibahas, maka rumusan masalah penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay pada materi gelombang bunyi?
2. Bagaimana keterlaksanaan proses pembelajaran dengan menggunakan media *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay pada materi gelombang bunyi?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay setelah menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor pada materi gelombang bunyi?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Menghasilkan media *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay pada materi gelombang bunyi.
2. Menganalisis keterlaksanaan proses pembelajaran dengan menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay pada materi gelombang bunyi.

3. Mengidentifikasi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI 1 SMA KP 1 Ciparay setelah diterapkannya pembelajaran dengan menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor pada materi gelombang bunyi.

D. Manfaat Penelitian

Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi pengembangan media pembelajaran fisika sebagai berikut:

1. Secara teoritis, diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu bukti konkret terkait pengembangan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) dengan memanfaatkan MIT App Inventor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama pada penelitian yang berfokus pada pengembangan media berbasis Android di bidang sains.
2. Secara praktis, diharapkan dapat bermanfaat bagi peneliti, sekolah, guru, dan peserta didik.
 - a. Bagi peneliti, hasil dari penelitian yang sudah dilakukan dapat menjadi rujukan untuk penelitian lebih lanjut terkait pengembangan MIT App Inventor.
 - b. Bagi sekolah, dapat menjadi rujukan bagi sekolah dalam mengembangkan media pembelajaran untuk meningkatkan strategi pembelajaran menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) dengan memanfaatkan MIT App Inventor.
 - c. Bagi guru, temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam proses pembelajaran yang akan digunakan di kelas.

Bagi peserta didik, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengalaman belajar baru serta dapat meningkatkan proses pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat untuk memastikan bahwa penelitian ini disusun secara terfokus dan jelas. Adapun fokus penelitian ini, yaitu:

1. Subjek pada penelitian ini yaitu peserta didik kelas XI semester genap SMA KP 1 Ciparay tahun ajaran 2025/2026.
2. Perangkat pembelajaran berupa *Virtual Interactive Textbook* (VIT) yang dikembangkan pada penelitian ini.
3. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik merupakan aspek yang akan diukur pada penelitian ini.
4. Gelombang Bunyi merupakan materi pokok yang dibahas dalam penelitian.

F. Definisi Operasional

Definisi operasional ditunjukkan untuk mencegah salah penafsiran maupun kekeliruan terhadap istilah dari variabel yang diteliti. Beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Virtual Interactive Textbook (VIT) berbasis MIT App Inventor merupakan media pembelajaran digital berbentuk aplikasi Android pada materi gelombang bunyi. VIT dirancang berdasarkan prinsip multirepresentasi yang menyajikan materi melalui teks, gambar, animasi, video pembelajaran, persamaan matematis. Media ini dilengkapi dengan menu capaian dan tujuan pembelajaran, materi, LKPD, latihan soal, pengayaan, refleksi, serta daftar pustaka untuk mendukung proses pembelajaran mandiri maupun klasikal. Penggunaan media ini ditujukan untuk membantu peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika. Kualitas VIT diukur berdasarkan tingkat validitas melalui penilaian ahli materi dan ahli media.
2. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan seseorang untuk berpikir secara logis (masuk akal) dan berpikir secara terus menerus dan mendalam sehingga mampu mengambil keputusan yang perlu dipercaya atau dilakukan. Robert H. Ennis (2011) mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang ideal memiliki kemampuan untuk elementary clarification (memberikan penjelasan mendasar), basic support (membangun keterampilan dasar), inference (menyimpulkan), advanced clarification (memberikan penjelasan lebih lanjut), menerapkan strategy and tactics (strategi dan taktik). Indikator keterampilan berpikir kritis peserta didik diukur melalui pretest dan posttest. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik, baik secara

keseluruhan maupun pada setiap indikator, dianalisis menggunakan nilai *N-gain*.

3. Gelombang bunyi merupakan materi Fisika Kelas XI semester genap yang mengkaji karakteristik gelombang mekanik longitudinal, besaran fisis, serta berbagai fenomena akustik. Konsep ini memiliki penerapan luas dalam kehidupan sehari-hari maupun teknologi modern, seperti alat musik, sistem sonar, dan ultrasonografi (USG). Melalui materi ini, peserta didik dapat memperkuat pemahaman konsep sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis untuk menyelesaikan berbagai permasalahan kontekstual.

G. Kerangka Berpikir

Pendekatan pembelajaran analitis-kritis dalam pembelajaran fisika menekankan pada pengembangan kemampuan peserta didik dalam melakukan kegiatan observasi fenomena, mengevaluasi informasi secara ilmiah, dan menarik simpulan yang logis serta berdasarkan pada bukti fisis yang dipelajari. Namun, karakteristik materi gelombang bunyi yang kompleks dan sulit untuk diamati secara langsung sering kali menimbulkan celah pemahaman (*conceptual gap*) bagi peserta didik. Ketika fenomena gelombang seperti perambatan, resonansi, atau efek Doppler hanya disajikan melalui teks atau rumus matematis, peserta didik kesulitan membangun gambaran mental yang akurat sehingga rentan mengalami miskonsepsi. Hambatan visualisasi tersebut dapat berimplikasi pada rendahnya kemampuan peserta didik dalam menganalisis informasi fisis dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak gelombang bunyi serta memberikan kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam proses pengamatan dan pemecahan masalah.

Penggunaan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor dirancang untuk mendukung pembelajaran gelombang bunyi melalui penyajian materi secara digital dan interaktif. VIT memuat berbagai fitur, meliputi materi, video pembelajaran, LKPD, latihan, pengayaan, refleksi, dan evaluasi yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung aktivitas peserta didik selama pembelajaran. Video pembelajaran dan penyajian materi digunakan untuk membantu peserta didik

mengamati fenomena serta memahami informasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji. LKPD digunakan untuk mengarahkan peserta didik dalam melakukan penyelidikan, mengolah informasi, memberikan alasan, dan menarik kesimpulan. Sementara itu, latihan, pengayaan, refleksi, dan evaluasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menguji pemahaman, meninjau kembali proses pembelajaran, serta mengevaluasi hasil belajar. Pemanfaatan fitur-fitur tersebut memberikan ruang bagi peserta didik untuk melakukan aktivitas yang berkaitan dengan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis, yaitu memberikan penjelasan mendasar (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), serta menerapkan strategi dan taktik (*strategy and tactics*).

Penggunaan VIT dalam pembelajaran dilaksanakan dengan mengikuti sintaks *Problem Based Learning* (PBL). Dalam pelaksanaannya, VIT berperan sebagai media yang mendukung aktivitas peserta didik selama proses pemecahan masalah, sedangkan PBL menjadi alur pembelajaran yang mengarahkan keterlibatan peserta didik. Pada tahap orientasi peserta didik pada masalah, VIT digunakan untuk menyajikan fenomena gelombang bunyi melalui video pembelajaran dan materi yang relevan dengan permasalahan. Peserta didik diarahkan untuk mengamati fenomena, mengidentifikasi informasi yang relevan, serta merumuskan permasalahan yang perlu diselesaikan. Aktivitas tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melatih kemampuan memberikan penjelasan mendasar (*elementary clarification*). Selanjutnya, pada tahap mengorganisasi peserta didik untuk belajar, peserta didik menggunakan materi yang tersedia dalam VIT untuk memahami permasalahan dan menentukan informasi yang diperlukan dalam proses penyelidikan. Aktivitas tersebut berkaitan dengan kemampuan memberikan penjelasan mendasar (*elementary clarification*) dan membangun keterampilan dasar (*basic support*).

Pada tahap membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, peserta didik menggunakan VIT dan LKPD untuk melakukan pengamatan, mengolah informasi, serta menganalisis permasalahan gelombang bunyi berdasarkan data atau

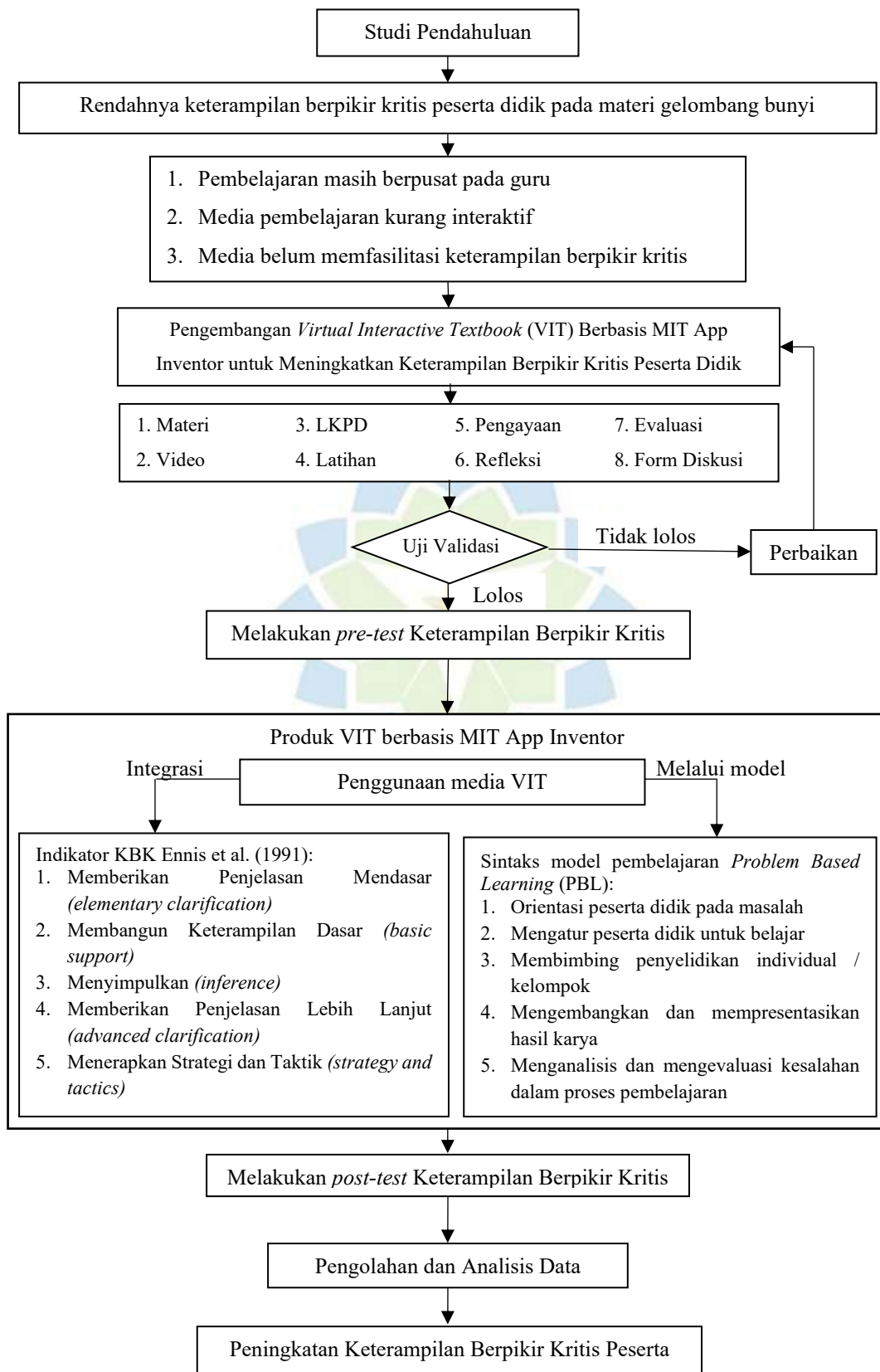
informasi yang diperoleh. Pertanyaan dan aktivitas dalam LKPD mengarahkan peserta didik untuk menggunakan informasi yang relevan sebagai dasar dalam memberikan alasan dan menarik kesimpulan. Aktivitas tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melatih kemampuan membangun keterampilan dasar (*basic support*) dan menyimpulkan (*inference*). Pada tahap mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya, peserta didik mengorganisasi hasil penyelidikan dan menyusun penjelasan berdasarkan informasi atau bukti yang diperoleh melalui kegiatan pembelajaran. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melatih kemampuan memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*).

Selanjutnya, pada tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, peserta didik diarahkan untuk menilai hasil penyelidikan, mengevaluasi ketepatan penjelasan atau solusi yang diperoleh, serta menentukan strategi yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan fisis. Aktivitas tersebut berkaitan dengan kemampuan menerapkan strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Dengan demikian, penggunaan VIT dalam pembelajaran yang mengikuti sintaks PBL memberikan keterkaitan antara fitur media, aktivitas pembelajaran, dan indikator keterampilan berpikir kritis. Keunggulan VIT dalam penelitian ini tidak hanya terletak pada penyajian materi secara digital, tetapi pada pemanfaatan fitur-fitur yang tersedia untuk mendukung peserta didik dalam melakukan pengamatan, mengolah informasi, memberikan alasan, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi hasil selama proses pembelajaran.

Secara teoretis, peningkatan keterampilan berpikir kritis dapat terjadi melalui pergeseran keterlibatan peserta didik dari sekadar menerima informasi menuju proses pengolahan dan konstruksi pengetahuan secara aktif melalui aktivitas pembelajaran yang terstruktur. Penggunaan VIT membantu menyajikan konsep gelombang bunyi yang bersifat abstrak melalui berbagai bentuk representasi dan aktivitas pembelajaran, sedangkan sintaks PBL memberikan alur yang mengarahkan peserta didik untuk menggunakan informasi tersebut dalam proses pemecahan masalah. Ketika peserta didik secara konsisten terlibat dalam kegiatan mengamati fenomena, mengolah informasi, menggunakan bukti, menyusun

penjelasan, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi penyelesaian masalah, mereka memperoleh kesempatan untuk melatih berbagai aspek keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian, penggunaan VIT dalam pembelajaran yang mengikuti sintaks PBL secara konseptual diharapkan dapat mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Secara konseptual, alur hubungan antara kondisi ideal, permasalahan nyata di sekolah, penggunaan VIT dalam pembelajaran, aktivitas berpikir kritis, hingga luaran berupa peningkatan keterampilan berpikir kritis digambarkan secara skematis dalam Gambar 1.1 Kerangka Berpikir Penelitian.





Gambar 1. 1 Bagan Kerangka Berpikir.

H. Hipotesis

Berdasarkan kerangka penelitian yang telah dipaparkan, hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada peningkatan yang signifikan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara sebelum dan sesudah menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor pada materi gelombang Bunyi.

H_a : Terdapat peningkatan yang signifikan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara sebelum dan sesudah menggunakan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) berbasis MIT App Inventor pada materi gelombang Bunyi.

I. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk menjadi salah satu bahan pertimbangan dan acuan dalam melakukan penelitian. Peneliti mengambil jurnal nasional, jurnal internasional, dan atau skripsi/thesis terdahulu yang sesuai. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilaksanakan, ditemukan sejumlah hasil penelitian terkait penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sullivan et al., (2017) dengan judul "*Cross Referencing to Co-construct Knowledge About Global Heat Transfer in an Online Learning Environment: Learning with Multiple Visualizations*" mengembangkan *Virtual Interactive Textbook* (VIT) tentang perpindahan panas global untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah peserta didik melalui berbagai representasi visual seperti video, animasi, dan simulasi. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konten peserta didik, dengan kenaikan nilai rata-rata dari 3,60 (*pretest*) menjadi 5,72 (*posttest*). Temuan kualitatif mengindikasikan bahwa penggunaan berbagai skala visualisasi memungkinkan peserta didik melakukan referensi silang (*cross-referencing*) untuk membangun pengetahuan secara kolaboratif, di mana visualisasi yang menunjukkan hubungan kausalitas terbukti efektif mendorong peserta didik mencapai tingkat interpretasi yang lebih tinggi.
2. Penelitian oleh Septikasari et al., (2021) dengan judul "*Interactive E-book for Physics Learning: Analysis of Students' Characters and Conceptual*

Understanding" mengembangkan *e-book* interaktif berbasis model Lee & Owens pada materi momentum dan impuls yang mengintegrasikan nilai-nilai karakter dalam konten dan evaluasinya. Temuan dari penelitian ini menjelaskan bahwa media memiliki validitas sangat layak dan praktis digunakan melalui smartphone serta efektif meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara signifikan, dari 10% menjadi 60% berdasarkan *four-tiered diagnostic test*. Selain aspek kognitif, penggunaan *e-book* ini terbukti berpotensi kuat dalam penguatan karakter peserta didik, terutama pada aspek kemandirian, kedisiplinan, dan kemampuan komunikasi selama proses pembelajaran.

3. Penelitian yang dilakukan oleh (Hasan et al., 2018) dengan judul "*Development of Interactive E-book on Energy Resources to Enhance Student's Critical Thinking Ability*" mengembangkan *e-book* interaktif berbasis *Learning Content Development System* (LCDS) dengan pendekatan saintifik pada materi sumber energi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Melalui tujuh tahapan model Sugiyono, produk ini mengintegrasikan multimedia dan simulasi interaktif kelistrikan yang dapat diakses secara luring. Hasil validasi ahli menyatakan media ini "sangat sesuai" dan layak digunakan, sementara uji satu-lawan-satu menunjukkan tingkat keterbacaan serta kemudahan operasional yang sangat baik. Konten yang diselaraskan dengan indikator *High Order Thinking Skills* (HOTS) ini terbukti efektif mendorong peserta didik menganalisis, mengevaluasi, hingga merumuskan solusi terhadap masalah lingkungan terkait energi.
4. Penelitian yang dilakukan oleh (Aldila et al., 2024) dengan judul "*Students' Critical Thinking: The Effectiveness of Using a Global Warming E-book with PhET Interactive Simulation*" menggunakan desain *quasi-experimental* untuk menguji efektivitas *e-book* fisika berbantuan simulasi PhET berbasis PBL terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global. Hasil uji *N-Gain* menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis sebesar 55,76% pada kelas pemodelan dan 59,26% pada kelas implementasi, yang keduanya termasuk dalam kategori efektivitas sedang.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi format *e-book* dengan simulasi interaktif PhET secara spesifik pada topik pemanasan global mampu meningkatkan minat belajar serta menguatkan kemampuan berpikir logis dan analitis peserta didik dalam memecahkan masalah fenomena alam.

5. Penelitian yang dilakukan oleh (Monassa et al., 2024) dengan judul "*The Development of Interactive Learning Media with MIT App Inventor on the Sub-material about the Distribution of Mining Goods in Indonesia*" mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis Android bernama "SDA Geo" menggunakan platform MIT App Inventor pada materi persebaran barang tambang. Aplikasi dalam format .apk ini mengintegrasikan gambar, teks, dan video yang dapat diakses secara luring melalui ponsel pintar. Hasil uji validasi dan uji coba menunjukkan media ini "sangat layak" digunakan dengan skor 98% dari ahli media, 82% dari ahli materi, 88% dari guru, dan 89% dari peserta didik. Keunggulan aplikasi ini terletak pada fleksibilitas akses dan desain tampilan yang menarik, sehingga efektif dalam meningkatkan motivasi belajar serta membantu peserta didik memahami materi yang kompleks dan abstrak.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Ghani Fauzan Fasna et al., (2024) dengan judul "Peran Penting Teknologi dalam Pendidikan Sains: Pengembangan dan Validasi Media Pembelajaran Berbasis Android dengan App Inventor untuk Pemahaman Materi Gelombang Cahaya" menggunakan kerangka Jan Van Den Akker untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Android menggunakan platform MIT App Inventor pada materi gelombang cahaya. Aplikasi dalam format .apk ini mengintegrasikan teks, video YouTube, latihan soal, dan praktikum daring berbantuan simulasi PhET guna meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Hasil validasi ahli serta uji coba (skala satu-satu hingga kelompok kecil) secara konsisten berada pada kategori "sangat baik," sementara uji lapangan mencapai kategori "baik". Evaluasi sumatif menunjukkan efektivitas media dengan peningkatan pemahaman konsep pada nilai *N-Gain* sebesar 0,478 (kategori sedang). Penelitian menyimpulkan bahwa media ini valid, praktis, dan efektif sebagai

alat bantu belajar fleksibel untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains yang kompleks.

7. Penelitian yang dilakukan oleh (Yanti et al., 2022) dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android dengan MIT APP Inventor pada Pokok Bahasan Fluida Statis" menggunakan model pengembangan ADDIE untuk merancang aplikasi Android "EduPhysics" berbasis MIT App Inventor pada materi fluida statis. Media yang dapat diakses secara luring ini mengintegrasikan teks, audio penjelasan rumus, kalkulator fisika, serta petunjuk praktikum untuk meningkatkan kemandirian belajar peserta didik. Hasil validasi ahli memberikan skor rata-rata sebesar 89,5%, yang menempatkan media ini pada kategori "sangat layak". Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini sangat efektif sebagai sumber belajar mandiri yang praktis dan mampu menarik minat belajar peserta didik melalui fitur interaktif serta kemudahan akses tanpa batasan ruang dan waktu.
8. Penelitian yang dilakukan oleh (Malik et al., 2024) dengan judul "*Analysis of Critical Thinking Skills Improvement Through App Inventor-based Learning Media on Sound Wave Topic*" menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi melalui media pembelajaran berbasis App Inventor. Penelitian dilakukan dengan desain *non-equivalent control group* pada 70 peserta didik, penelitian ini membandingkan penggunaan aplikasi App Inventor dengan Google Classroom. Hasil menunjukkan kelas eksperimen mencapai skor *N-gain* sebesar 0,67 (kategori sedang), secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh 0,46. Skor tertinggi pada kelas eksperimen terdapat pada indikator penarikan kesimpulan (0,80) karena didukung fitur ruang diskusi dan interaksi guru. Penelitian menyimpulkan bahwa media berbasis App Inventor sangat efektif dalam memfasilitasi pembelajaran mandiri dan membantu peserta didik memecahkan masalah fisika yang kompleks secara interaktif.

9. Penelitian Sari & Kholiq (2025) dengan judul "*Urgensi Pengembangan Aplikasi Belajar Berbasis Android sebagai Media Interaktif untuk Melatihkan Berpikir Kritis pada Materi Gelombang Bunyi*" menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan analisis bibliometrik untuk menelaah urgensi pengembangan aplikasi Android sebagai media interaktif guna mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi. Hasil survei menunjukkan bahwa 71,8% peserta didik memerlukan penguatan pemahaman karena kendala banyaknya rumus dan kurangnya media pembelajaran yang memadai. Analisis bibliometrik mengungkapkan bahwa integrasi teknologi untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis belum menjadi fokus utama dalam riset global. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan aplikasi berbasis Android sangat mendesak untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika secara mendalam melalui fitur interaktif yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis.
10. Penelitian oleh (Fitri et al., 2024) dengan judul "*Pengembangan E-Modul Interaktif pada Materi Gelombang Bunyi Berbasis Problem Based Learning*" menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang dimodifikasi untuk menghasilkan e-modul interaktif berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi gelombang bunyi. Media yang dirancang menggunakan Canva dan Flip PDF Professional ini menyajikan konten multimedia untuk mengatasi kesulitan peserta didik dalam memahami konsep abstrak. Hasil validasi ahli sebesar 91,5% menyatakan media ini sangat layak digunakan. Uji coba menunjukkan respon "sangat baik" dengan tingkat kepuasan mencapai 100%, serta terbukti efektif meningkatkan keaktifan dan kemandirian belajar peserta didik melalui pendekatan pemecahan masalah.

Tabel 1. 5 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Model Penelitian	Platform/Media	Variabel	Materi	Hasil Utama	Research Gap
1	Sullivan et al., (2017)	Design-based Research	<i>Virtual Interactive Textbook</i> (VIT)	Scientific reasoning, conceptual understanding	Global heat transfer	VIT dengan multiple visualizations meningkatkan pemahaman konsep dan penalaran ilmiah.	Belum mengukur keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator Ennis serta tidak diterapkan pada materi gelombang bunyi.
2	Hasan et al., (2018)	Research and Development	Interactive <i>E-book</i> (LCDS)	Critical thinking	Energy resources	<i>E-book</i> interaktif mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis.	Media bukan berbasis Android maupun MIT App Inventor sehingga aksesibilitas dan interaktivitas masih berbeda dengan VIT yang dikembangkan.
3	Septikasari et al., (2021)	Research and Development	Interactive <i>E-book</i>	Conceptual understanding, character	Momentum dan impuls	Media efektif meningkatkan pemahaman konsep dan karakter peserta didik.	Belum mengukur keterampilan berpikir kritis dan belum menggunakan MIT App Inventor.
4	Aldila et al., (2024)	Quasi Experiment	<i>E-book</i> berbantuan PhET	Critical thinking	Pemanasan global	Integrasi <i>e-book</i> dan simulasi PhET meningkatkan keterampilan	Materi berbeda serta media belum berbentuk <i>Virtual Interactive</i>

No	Peneliti	Model Penelitian	Platform/Media	Variabel	Materi	Hasil Utama	Research Gap
						berpikir kritis kategori sedang.	<i>Textbook</i> berbasis Android.
5	Monassa et al., (2024)	Research and Development	MIT App Inventor	Kelayakan media, motivasi belajar	Geografi	Media Android sangat layak digunakan dan meningkatkan motivasi belajar.	Fokus pada mata pelajaran Geografi, bukan Fisika, dan belum mengembangkan kemampuan berpikir kritis.
6	Fasna et al., (2024)	Research and Development	MIT App Inventor berbantuan PhET	Pemahaman konsep	Gelombang cahaya	Media valid, praktis, dan efektif meningkatkan pemahaman konsep.	Variabel penelitian berfokus pada pemahaman konsep, bukan keterampilan berpikir kritis, serta media belum berupa VIT.
7	Yanti et al., (2022)	ADDIE	MIT App Inventor	Kelayakan media, minat belajar	Fluida statis	Media Android sangat layak digunakan dan meningkatkan minat belajar peserta didik.	Penelitian hanya berfokus pada kelayakan media dan belum mengembangkan kemampuan berpikir kritis.
8	Malik et al., (2024)	Quasi Experiment	MIT App Inventor	Critical thinking	Gelombang bunyi	Media meningkatkan keterampilan	Menguji efektivitas media yang sudah ada, bukan

No	Peneliti	Model Penelitian	Platform/Media	Variabel	Materi	Hasil Utama	Research Gap
						berpikir kritis peserta didik.	mengembangkan <i>Virtual Interactive Textbook</i> berbasis multirepresentasi.
9	Sari & Kholiq, (2025)	Deskriptif Kuantitatif dan Analisis Bibliometrik	Aplikasi Android	Kebutuhan media, critical thinking	Gelombang bunyi	Menunjukkan urgensi pengembangan aplikasi Android untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada materi gelombang bunyi.	Penelitian hanya menganalisis urgensi dan belum menghasilkan produk <i>Virtual Interactive Textbook</i> berbasis MIT App Inventor.
10	Fitri et al., (2024)	Research and Development (4D)	E-Module Interaktif berbasis PBL	Kelayakan media, pemahaman konsep, kemandirian belajar	Gelombang bunyi	E-modul berbasis PBL dinyatakan valid, praktis, dan meningkatkan keterlibatan belajar.	Media dikembangkan dalam bentuk e-modul, belum berupa VIT berbasis Android menggunakan MIT App Inventor dan belum berfokus pada keterampilan berpikir kritis.

Tabel 1.5 membahas mengenai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian mengenai *Virtual Interactive Textbook* (VIT) masih relatif terbatas. Penelitian Sullivan et al., (2017) mengembangkan VIT yang menerapkan berbagai representasi, seperti teks, animasi, video, dan simulasi untuk membantu peserta didik mengoptimalkan pemahaman konsep melalui *multiple visualizations*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan berbagai representasi mampu mengoptimalkan pemahaman konsep dan penalaran ilmiah peserta didik. Temuan tersebut didukung oleh Hasan et al., (2018) yang mengembangkan *e-book* interaktif untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi multimedia dan aktivitas interaktif mampu mendorong peserta didik melakukan analisis dan evaluasi terhadap permasalahan yang diberikan. Meskipun demikian, media yang dikembangkan masih berbentuk *e-book* interaktif dan belum dikembangkan sebagai aplikasi Android yang dapat diakses secara lebih fleksibel. Dengan demikian, penelitian mengenai VIT berbasis aplikasi Android yang dirancang untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis masih sangat terbatas.

Pemanfaatan platform Android dalam pengembangan media pembelajaran menjadi salah satu upaya untuk menunjang peningkatan mutu proses pembelajaran fisika. Penelitian Septikasari et al., (2021) menjelaskan bahwa *e-book* interaktif berbasis Android efektif meningkatkan pemahaman konsep serta karakter belajar peserta didik. Hasil serupa diperoleh Fasna et al., (2024) yang mengembangkan media Android berbantuan simulasi PhET dan memperoleh peningkatan pemahaman konsep menunjukkan tingkat yang moderat. Kedua penelitian ini menjelaskan jika media Android mampu serta berpotensi dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran. Akan tetapi, fokus pengembangannya masih pada pemahaman konseptual dan pencapaian akademik, tetapi belum memberikan fokus khusus terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis.

Platform MIT App Inventor banyak digunakan karena dipandang mampu dalam menghasilkan produk berupa aplikasi pembelajaran Android yang mudah dikembangkan dan digunakan. Penelitian Yanti et al., (2022) memperlihatkan jika media berbasis MIT App Inventor memberikan dampak positif dalam

meningkatkan minat dan kemampuan peserta didik untuk belajar secara independen. Penelitian Monassa et al., (2024) juga membuktikan jika media yang dirancang melalui platform tersebut mempunyai tingkat kelayakan yang sangat tinggi serta mampu meningkatkan pemahaman pada materi yang bersifat abstrak. Selanjutnya, Malik et al., (2024) menjelaskan jika media yang dikembangkan melalui MIT App Inventor mampu mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis pada topik gelombang bunyi dibandingkan media pembelajaran konvensional. Meskipun demikian, media yang dikembangkan belum mengadopsi konsep *Virtual Interactive Textbook* yang mengintegrasikan berbagai representasi pembelajaran dalam satu aplikasi.

Penelitian terkait keterampilan berpikir kritis mencerminkan keterampilan peserta didik pada pembelajaran fisika masih memerlukan penguatan lebih lanjut. Deviana & Dessty, (2024) menemukan bahwa peserta didik menghadapi kesulitan dalam menelaah konsep serta mengevaluasi fenomena fisika sehingga pembelajaran masih bersifat hafalan. Sejalan dengan itu penelitian Nurdyati et al., (2025) mengungkapkan jika keterampilan peserta didik dalam mengolah informasi melalui proses analisis dan evaluasi masih tergolong rendah. Penelitian Aditya et al., (2025) memberikan pandangan lebih lanjut jika Kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam memahami konsep gelombang bunyi masih berada pada tingkat yang belum optimal. Ketiga penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi kondisi keterampilan berpikir kritis peserta didik, tetapi belum menawarkan Solusi untuk pengembangan media yang secara khusus dirancang untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Materi gelombang bunyi menjadi salah satu materi fisika yang kerap dikembangkan melalui media pembelajaran digital. Penelitian Fitri et al., (2024) mengembangkan *e-modul* interaktif berbasis PBL pada materi gelombang bunyi dan menunjukkan hasil yang sangat layak digunakan serta mampu meningkatkan keaktifan peserta didik. Penelitian Sari & Kholiq, (2025) juga menunjukkan bahwa pengembangan aplikasi Android pada materi gelombang bunyi sangat dibutuhkan untuk menunjang peserta didik dalam memahami konsep yang abstrak sekaligus mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis. Namun, media yang dikembangkan

masih berupa e-modul atau aplikasi pembelajaran umum sehingga belum mengintegrasikan konsep *Virtual Interactive Textbook* berbasis MIT App Inventor yang dirancang secara khusus untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis.

Merujuk pada hasil telaah penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa penelitian mengenai VIT, media pembelajaran Android, MIT App Inventor, keterampilan berpikir kritis, dan materi gelombang bunyi telah memberikan kontribusi yang positif terhadap pembelajaran fisika. Akan tetapi, temuan dari penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan. Beberapa penelitian hanya berfokus pada peningkatan pemahaman konsep atau hasil belajar, sedangkan penelitian lain hanya mengidentifikasi rendahnya keterampilan berpikir kritis tanpa mengembangkan media yang sesuai. Selain itu, belum ditemukan penelitian yang mengembangkan *Virtual Interactive Textbook* berbasis MIT App Inventor pada materi gelombang bunyi yang secara khusus dirancang untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator Ennis. Dengan demikian, penelitian ini dilaksanakan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan VIT berbasis MIT App Inventor sebagai perangkat pembelajaran fisika yang interaktif dan berorientasi pada peningkatan keterampilan berpikir kritis.