

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan berperan penting dalam menyiapkan generasi muda menghadapi tantangan abad ke-21, yang penuh perubahan cepat akibat kemajuan teknologi, globalisasi, dan dinamika sosial (Megarani et al., 2024: 2). Untuk itu, dalam menyiapkan generasi muda tersebut dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan menekankan penguasaan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, serta memanfaatkan teknologi secara optimal (Permendikbud No.22 Tahun 2016, 2016: 4)

Bentuk implementasi sistem pendidikan tersebut tercermin dalam kurikulum merdeka. Dimana dalam kurikulum merdeka ini pembelajaran diarahkan pada pengembangan keterampilan tingkat tinggi yang mencakup empat keterampilan utama: kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi (Kemendikbud, 2019: 7). Empat keterampilan tersebut mendorong peserta didik dalam menganalisis, menilai, serta menyelesaikan permasalahan dengan logis dengan didasarkan pada data dan bukti ilmiah. Selain itu, keterampilan ini juga berperan dalam memperdalam pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah dan mengaplikasikannya untuk memecahkan permasalahan nyata (Simbolon et al., 2024: 61).

Banyak peserta didik masih mengalami kesulitan ketika mencoba meningkatkan keterampilan berpikir kritis, misalnya dalam menganalisis data, mengenali argumen yang sah, dan menyusun kesimpulan secara logis (Purba, 2019: 99). Situasi ini menandakan pentingnya proses pembelajaran yang secara langsung mengasah keterampilan berpikir kritis agar peserta didik dapat memecahkan permasalahan yang kompleks secara rasional dan berbasis bukti (Istifadah et al., 2020: 67).

Jika peserta didik tidak menguasai keterampilan berpikir kritis, mereka rentan mengalami kesulitan dalam memahami serta mengevaluasi informasi secara

objektif, yang berujung pada pengambilan keputusan yang tidak tepat dan ketidakmampuan menghadapi situasi kompleks di dunia nyata. Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa bahkan tidak menunjukkan peningkatan berarti dalam keterampilan berpikir kritis, penalaran kompleks, atau kemampuan menulis sepanjang masa studi mereka (Pursuit, 2021: 2-3). Selain itu, rendahnya kecakapan berpikir kritis berimplikasi pada penurunan kemampuan refleksi, kreativitas, serta efektivitas pemecahan masalah dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari (Family, 2022: 1).

Keterampilan berpikir kritis dalam bidang fisika tidak dapat dikembangkan hanya melalui hafalan konsep semata, melainkan melalui proses mengintegrasikan serta menerapkan konsep yang telah dipelajari (Ronzon et al., 2025: 48). Menurut Utama et al. (2014), pendekatan pembelajaran konvensional cenderung membuat peserta didik sekadar mengingat informasi tanpa melibatkan proses berpikir mendalam. Akibatnya, pemahaman dan keterampilan berpikir kritis mereka belum berkembang secara optimal. (Sa'adah et al., 2020: 184). Sistem pendidikan di Indonesia disusun untuk memberikan bekal keterampilan belajar dan kemampuan hidup kepada peserta didik (*life skills*), yang mencakup perpaduan antara kecakapan umum dan khusus secara terpadu. Tujuannya adalah agar peserta didik mampu menyelesaikan berbagai persoalan hidup, termasuk memiliki keterampilan berpikir kritis, sebagai bekal untuk mengatasi permasalahan global di era modern ini (Ashari, 2018: 1-2).

Wayudi et al. (2020) mengungkapkan bahwa seseorang dianggap mempunyai keterampilan berpikir kritis apabila proses bernalar dan kemampuan berargumentasinya mencakup tiga aspek utama, yaitu: (1) adanya sikap responsif terhadap berbagai permasalahan; (2) pemahaman terhadap metode berpikir dan logika inkuiri; serta (3) keterampilan dalam mengaplikasikan metode-metode tersebut secara tepat (Wayudi et al., 2020: 69-70). Menurut Ennis dan Weir (2013: 45), berpikir kritis merupakan cara berpikir yang rasional dan logis, dengan tujuan membuat keputusan yang baik. Penguasaan keterampilan ini memungkinkan

individu untuk menilai dan memberikan solusi untuk berbagai masalah yang timbul dalam kehidupan sehari-hari (Sundari & Sarkity, 2021: 155-156).

Secara umum keterampilan berpikir kritis dapat diartikan sebagai proses berpikir yang dilakukan secara sadar, reflektif, dan mendalam guna mengevaluasi serta memahami suatu kondisi, menilai argumen, dan menyusun kesimpulan secara logis serta objektif. Keterampilan ini mencakup kemampuan mengamati, mengajukan pertanyaan, bernalar, menyajikan informasi, dan menciptakan sesuatu, sebagai bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi (Anggraeni et al., 2022: 85).

Namun, dalam implementasinya mayoritas pendidik masih menghadapi tantangan tentang pembelajaran yang masih bersifat konseptual tanpa mempelajari kontekstual. Pembelajaran yang terlalu teori tanpa memberikan contoh aplikatif atau demonstrasi langsung yang bisa melatih peserta didik untuk belajar kemampuan mereka. Akibat dari hal tersebut, pemahaman peserta didik terhadap konsep teori masih terpisah dari konteks kehidupan nyata, sehingga menyulitkan mereka dalam menerapkannya (Suswati & Subhan, 2021: 31). Model pembelajaran yang masih menjadikan guru sebagai pusat kegiatan belajar membua Model yang digunakan pada pembelajaran ini meempatkan guru sebagai peserta dalam kegiatan pembelajaran peserta didik menjadi pasif, karena guru belum sepenuhnya memberikan bimbingan agar peserta didik mampu mengevaluasi argumen, mengemukakan penjelasan, dan menyusun kesimpulan secara mandiri (Amrain et al., 2024: 78-79). Kurangnya aktivitas seperti eksperimen dan diskusi yang mendorong eksplorasi ide juga mengakibatkan tantangan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Akibatnya, peserta didik terbiasa hanya menerima informasi tanpa dilatih untuk menyampaikan pandangan atau menilai argumen secara mendalam (Sari. A et al., 2021: 1-5).

Ananta et al. (2023) menyatakan bahwa banyak factor yang dapat menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir kritis, di antaranya kurangnya pengembangan potensi peserta didik saat berlangsungnya proses pembelajaran serta masih terbatasnya penerapan model pembelajaran yang inovatif untuk mendorong aktivitas berpikir yang aktif dan reflektif (Ananta et al., 2023: 64-65).

Selain itu, guru cenderung masih memakai metode ceramah, yang membatasi peserta didik untuk mengeksplorasi ide dan tidak membiasakannya dalam bertanya atau berdiskusi secara mendalam.

Kondisi ini berdampak pada kesulitan peserta didik dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah, menyusun kesimpulan, dan menilai informasi secara logis, sehingga mereka tidak terbiasa menyelesaikan masalah dengan cara yang kritis dan sistematis (Christin Angslita, 2024 :1-2). Di samping itu, terbatasnya pemanfaatan media ajar yang menarik serta minimnya aktivitas eksperimen atau penerapan dalam konteks nyata turut menghambat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Munawwaroh, 2024: 79).

Akibat dari kondisi tersebut, kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi data, menyusun kesimpulan, dan menerapkan materi pembelajaran dalam kehidupan nyata menjadi rendah (D. D. Lestari & Muchlis, 2021: 25). Dalam konteks pembelajaran Fisika, lemahnya keterampilan berpikir kritis diakibatkan oleh minimnya fasilitasi untuk mendorong peserta didik mengeksplorasi ide secara mandiri, rendahnya pemahaman terhadap konsep-konsep fisika yang membuat peserta didik lebih sering menghafal rumus tetapi tidak memahami maknanya, serta adanya miskonsepsi mendasar seperti ketidakmampuan membedakan antara suhu dan kalor. Selain itu, kesalahan dalam memilih strategi penyelesaian masalah juga menjadi faktor yang memperlemah keterampilan berpikir kritis peserta didik (Sundari & Sarkity, 2021: 151-153).

Hasil observasi terhadap aktivitas pembelajaran di kelas mendukung temuan ini, di mana peningkatan keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan melalui penggunaan pertanyaan terbuka yang menuntut analisis, penyajian kasus nyata untuk diselesaikan, serta penguatan diskusi yang bersifat kritis. Namun, rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik diduga juga disebabkan oleh kurang efektifnya penerapan metode pembelajaran inovatif serta terbatasnya kegiatan eksperimen yang mendukung. Keterbatasan sarana dan prasarana sekolah menjadi faktor penentu, sehingga proses pembelajaran cenderung teoretis dan kurang

interaktif. Hal ini menghambat pengembangan kemampuan analisis, kreativitas dan pemecahan masalah peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis wawancara seorang guru fisika juga mengungkapkan bahwa banyak peserta didik kurang tertarik pada fisika karena menganggapnya sulit dan membosankan. Hal ini berimbas pada minimnya keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran dan menurunnya antusiasme mereka dalam mengikuti kegiatan belajar. Kurangnya pemahaman terhadap konsep-konsep dasar fisika serta ketidaktertarikan pada materi yang disampaikan membuat mereka enggan untuk mendalami lebih lanjut. Akibatnya, keterampilan yang diperlukan untuk menyelesaikan soal-soal ilmiah menjadi sulit untuk dikuasai, sehingga menghambat perkembangan kemampuan peserta didik dalam bidang ini. Dengan demikian, perlunya penerapan strategi pembelajaran fisika yang lebih kreatif dan inovatif untuk mendorong peningkatan motivasi belajar peserta didik sekaligus mendorong berkembangnya keterampilan sains yang sesuai dengan kebutuhan.

Berbagai macam faktor dapat menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan observasi, salah satu pemicu utamanya adalah proses pembelajaran yang kurang interaktif, guru tidak merancang pembelajarannya sendiri karena hanya mengandalkan bahan ajar yang telah disediakan seperti buku cetak atau e-book tanpa menyesuaikan dengan tujuan pembelajaran, khususnya pada materi pengantar instrument digital. Desain pembelajaran yang dirancang oleh guru bersifat konseptual, karena tidak diiringi dengan kegiatan melakukan eksperimen atau fakta dikaitkan dengan konsep kehidupan nyata.

Kondisi ini sesuai dengan temuan oleh Sari et al (2021) yang mengungkapkan bahwa penyebab permasalahan ini adalah pendekatan yang kurang menarik dalam penyampaian materi menjadi salah satu faktor penghambat. Akibatnya, peserta didik merasa kurang termotivasi untuk mendalami fisika lebih dalam, padahal pelajaran ini memegang peran strategis dalam mendorong perkembangan sains dan teknologi (N. Sari et al., 2018: 17-32).

Di samping itu, keterbatasan media pembelajaran yang hanya mengandalkan modul dengan tampilan gambar rangkaian yang monoton, kurang menarik, dan sulit dipahami turut menjadi kendala bagi mahasiswa didik. Penelitian menunjukkan bahwa pelajaran fisika sering dianggap membosankan dan sulit dipahami karena media yang digunakan kurang tepat dan tidak menarik secara visual (Pramadanti & Harijanto, 2021: 3). Tidak hanya itu, terdapat kendala lain, yakni kurangnya inovasi dalam pengembangan modul dan ketidakmampuan mengadopsi penggunaan perangkat lunak komputer dalam proses pembelajaran (Suharyanto, 2023: 78-79). Jika pendekatan ini tidak dirubah, peserta didik berpotensi mengalami hambatan dalam memahami konsep dan hanya dapat membayangkan objek yang dipelajari (Suswati1 et al., 2024: 136-138).

Pembelajaran yang belum sepenuhnya menyesuaikan dengan konteks, kegiatan eksperimen, serta karakteristik peserta didik yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis masih menjadi hal penting yang perlu segera ditangani. Guru dapat berupaya meningkatkan kualitas pembelajaran dengan melakukan perubahan bahan ajar dalam bentuk LKPD yang disesuaikan dengan karakteristik, tujuan pembelajaran, dan capaian pembelajaran. Pada konteks ini, E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional* dapat dijadikan sebagai alternatif (Suswati & Subhan, 2021: 32). Berbagai macam analisis temuan membuktikan bahwa pemanfaatan E-LKPD yang dirancang dengan model pembelajaran pemecahan masalah dapat dibuktikan mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini karena peserta didik terdorong untuk aktif berpikir secara mendalam, menganalisis situasi, mengevaluasi informasi, serta mencari solusi atas suatu masalah yang ditujukan (Novitasari & Puspitawati, 2020: 32). Selain itu, ketersediaan sarana pembelajaran yang memadai, terutama untuk materi yang memerlukan eksperimen seperti pengantar instrumen digital, sangat penting. Fasilitas laboratorium yang lengkap dan sesuai standar dapat menjadikan dukungan dalam keterampilan proses sains peserta didik serta meningkatkan efektivitas proses pembelajaran (Kadir, 2023: 355-356).

Namun, keterbatasan sarana yang menjadi penghambat pembelajaran, terutama dalam kegiatan eksperimen, meliputi kurangnya fasilitas laboratorium yang memadai, alat-alat yang tidak lengkap atau rusak, serta bahan dan perlengkapan yang terbatas. Kondisi ini menyulitkan peserta didik untuk melakukan eksperimen secara optimal dan dapat mengurangi efektivitas proses pembelajaran. Hambatan ini juga dipengaruhi oleh keterbatasan dana dan kurangnya perhatian dalam pengelolaan sarana laboratorium di sekolah (Nurharirah & Effane, 2022). Komponen-komponen yang terlibat dalam mata pelajaran elektronika memerlukan investasi yang signifikan, terutama ketika mempelajari rangkaian elektronika. Proses uji coba dan kesalahan, yang merupakan bagian integral dari pembelajaran, dapat menjadi pemborosan biaya yang membebani peserta didik. Penelitian menunjukkan bahwa mahalnya peralatan laboratorium dapat membatasi lingkungan belajar hanya di ruang praktik dan menjadi kendala bagi peserta didik untuk bereksperimen secara bebas (Kriswantoro, 2025: 2).

Untuk mengatasi kendala biaya dan pemborosan yang sering terjadi dalam proses uji coba fisik pada pembelajaran elektronika, media pembelajaran digital seperti E-LKPD berbantuan Virtual Lab menjadi solusi yang sangat efektif. Penelitian oleh Azhari & Huda (2022) menunjukkan bahwa E-LKPD yang terintegrasi dengan sistem digital valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran teknik elektronika dan kelistrikan karena dapat memfasilitasi pemahaman konsep serta mengurangi ketergantungan pada alat fisik yang mahal (Azhari & Huda, 2022: 41).

Penggunaan media pembelajaran diharapkan mampu memaksimalkan fungsi indera peserta didik, sehingga berkontribusi pada peningkatan mutu hasil belajar. Suatu jenis media yang dianggap efektif dalam mendukung pencapaian tersebut adalah media yang memadukan berbagai unsur secara terpadu, seperti teks, gambar, dan animasi. Media berbasis presentasi multimedia mampu memadukan seluruh unsur tersebut secara terpadu (Kurnia, 2023: 11).

Sejalan dengan kemajuan teknologi dan informasi, LKPD turut berkembang dengan diaplikasikan dalam bentuk digital atau E-LKPD, yang memungkinkan

untuk diakses melalui perangkat seperti laptop, smartphone, maupun komputer (Firtsanianta & Khofifah, 2022: 141). E-LKPD adalah bentuk pemanfaatan teknologi dalam pendidikan yang memudahkan peserta didik mengimplementasikan proses belajar mengajar. Lebih dari itu, E-LKPD dapat dirancang dengan komponen-komponen interaktif yang berfungsi untuk membuat peserta didik tertarik mengikuti proses pembelajaran (Julianti et al., 2021: 115).

Keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan, berinteraksi dalam kelompok, dan memahami materi secara mandiri masih rendah, ditunjukkan oleh kurangnya perhatian, kerja sama, dan keterampilan sosial. Dengan demikian, Untuk meningkatkan partisipasi dan kemampuan sosial peserta didik, penerapan model PBL sangat penting, seperti diungkapkan oleh (Nasution, 2018: 37). Dengan demikian, perancangan E-LKPD menggunakan model *Problem Based Learning* bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model tersebut adalah pendekatan inovatif yang menempatkan peserta didik untuk berperan sebagai pelaku aktif dalam proses pembelajaran, menjadikan mereka agar mampu menyelesaikan masalah nyata dengan menjadwalkan proses berpikir sains, sehingga peserta didik mampu membentuk cara berpikir kritis dan solutif dalam menghadapi tantangan pembelajaran (Azrina & Sandika, 2022: 2).

E-LKPD dirancang dengan menyajikan skenario permasalahan autentik dekat kehidupan sehari-hari, serta dilengkapi tahapan eksplorasi, analisis, dan pemecahan masalah secara sistematis (Firtsanianta & Khofifah, 2022: 142). Selain itu, E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* memperdalam proses pembelajaran dengan membimbing peserta didik dalam mengeksplorasi permasalahan nyata dan menyelesaikannya secara sistematis, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih berarti bagi peserta didik (Umaroh et al., 2022: 62).

Setiap bagian dalam E-LKPD didesain agar dapat mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi informasi, melakukan analisis data secara kritis, menilai berbagai pilihan solusi, serta menyusun kesimpulan secara logis (Pakpahan et al., 2022: 568). Keadaan ini sama halnya dengan ketentuan keterampilan abad 21, yang menempatkan guru sebagai fasilitator pembelajaran

dengan pemanfaatan teknologi untuk menjadikan peserta didik dapat berpikir kritis, kreatif, dan mengembangkan kemandirian dalam belajar (D. Nur et al., 2022).

Pemanfaatan teknologi yang semakin maju, seperti Virtual Laboratorium (V-Lab), dapat dimanfaatkan sebagai sarana kreatif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. V-Lab menghadirkan simulasi pembelajaran yang menyerupai kondisi dunia nyata secara interaktif tanpa memerlukan peralatan fisik maupun bahan kimia yang mahal (Rahmansyah, 2024: 544). Dengan hal ini, peserta didik tidak hanya dapat meningkatkan aksesibilitas, tetapi juga mengurangi risiko keselamatan bagi peserta didik. Pemanfaatan V-Lab dalam materi pengantar instrumen digital dapat meningkatkan keterampilan sains peserta didik karena memberikan manfaat signifikan (Febrianti et al., 2023: 198).

Dengan Platform virtual ini, peserta didik dapat mengakses eksperimen pengantar instrumen digital khususnya pada praktikum gerbang logika secara interaktif, membantu mereka dalam memperdalam pemahaman terhadap konsep-konsep kelistrikan, tanpa risiko keselamatan. Selain itu, V-Lab memungkinkan pengulangan eksperimen dengan variasi parameter, memungkinkan peserta didik untuk mengamati efek perubahan dalam kondisi rangkaian dengan lebih fleksibel. (Hartono, 2021: 14).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, untuk mengatasi hal tersebut telah banyak digunakan software simulasi elektronik yang telah tersedia dan dengan mudah dapat diunduh melalui internet, salah satunya adalah *Proteus 8 Professional* yang merupakan software simulasi elektronik, memiliki peran krusial dalam mendukung proses pembelajaran rangkaian elektronik (Pangaribowo et al., 2022: 192-193). Penggunaan *Proteus 8 Professional* memungkinkan peserta didik melakukan percobaan atau simulasi rangkaian elektronika secara virtual, sebagai akibatnya mereka tidak memerlukan lagi biaya tambahan untuk menggunakan komponen atau peralatan yang dibutuhkan dalam perancangan rangkaian (Wang et al., 2022: 93). Peserta didik dapat eksperimen dengan membuat rangkaian tanpa perlu membuatnya dalam bentuk fisik. Mereka dapat mengenal lebih banyak simbol elektronik, meningkatkan pengetahuan mereka, dan berkesempatan untuk

bereksperimen serta mengeksplorasi konsep ilmiah yang telah diajarkan oleh guru (Wang et al., 2022: 94).

Dengan *Proteus 8 Professional*, peserta didik dapat mencoba merancang rangkaian baru tanpa risiko kerusakan atau kebakaran, sehingga mereka dapat menerapkan pengetahuan tersebut dengan membuat rangkaian fisik setelah berhasil mensimulasikannya. Dukungan dari pengajar profesional dalam menggunakan software *Proteus 8 Professional* diharapkan mereka dapat meningkatkan minatnya dalam memahami komponen dan rangkaian elektronika, serta memberikan motivasi untuk lebih mendalami materi dan mencapai prestasi yang lebih baik (Rahman & Taali, 2023: 192).

Sebagai upaya untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ada, salah satu metode yang menjadi solusi pengganti untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam materi pengantar instrumen digital adalah dengan memanfaatkan E-LKPD yang menggunakan model *Problem Based Learning* dengan memanfaatkan V-Lab melalui software *Proteus 8 Professional* sehingga dapat memicu peserta didik belajar secara aktif dan interaktif, sambil memecahkan masalah nyata tanpa kendala biaya uji coba fisik adalah. Simulasi yang disediakan tidak hanya menggambarkan proses, tetapi juga mencakup aspek fisik yang menyerupai fenomena aslinya. Oleh karena itu, simulasi dipandang sebagai alternatif yang efektif selain praktikum langsung (Dittrich et al., 2022: 4). Dengan diterapkannya model pembelajaran berbasis simulasi, peserta didik diberikan peluang untuk belajar secara mandiri, merasakan emosi, memahami konsep dengan lebih mudah, mendorong berpikir tinggi, dan dapat memfasilitasi pencapaian tujuan serta memperkuat ingatan terhadap informasi yang disediakan dalam bentuk persamaan, gambar, atau grafik (Hadi Sirad & Musra, 2021:2).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan media E-LKPD berbantuan V-Lab model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *Proteus 8 Professional* terhadap peningkatan

keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pengantar instrumen digital?

2. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *Proteus 8 Professional* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik terkait konsep pengantar instrumen digital dalam konteks praktikum?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab model *Problem Based Learning* menggunakan *Proteus 8 Professional*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran tentang:

1. Kelayakan media E-LKPD berbantuan V-Lab dan model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *Proteus 8 Professional* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pengantar instrumen digital.
2. Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab model *Problem Based Learning* dengan menggunakan *Proteus 8 Professional* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik terkait konsep pengantar instrumen digital dalam konteks praktikum.
3. Peningkatan keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab model *Problem Based Learning* menggunakan *Proteus 8 Professional*.

D. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah maka diperlukan Batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Subjek yang diteliti adalah peserta didik kelas XII MIPA-1 di SMA KP 2 Ciparay tahun ajaran 2024/2025.

2. Pengembangan E-LKPD berbantuan V-Lab dan Model *Problem Based Learning* pada materi pengantar instrument digital keterlaksanaan pembelajarannya diukur menggunakan lembar observasi.
3. Keterampilan berpikir kritis yang diteliti dalam penelitian ini sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang mengacu pada Ennis (1985: 46; 2011) yaitu (1) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), (2) membangun dukungan dasar (*basic support*), (3) menarik kesimpulan (*inference*), (4) memberikan penjelasan mendalam (*advanced clarification*), serta (5) menggunakan strategi dan taktik (*strategies and tactics*). Keterampilan berpikir kritis diukur dengan menggunakan 10 soal *pretest* dan *posttest*.
4. Materi pembelajaran fisika yang akan diberikan kepada peserta didik yaitu materi pengantar instrument digital pada kurikulum merdeka dengan sub materi semikonduktor dan prinsip gerbang logika di kelas XII MIPA-1 di SMA KP 2 Ciparay tahun ajaran 2024/2025.

E. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengembangan media pembelajaran E-LKPD yang didukung oleh Virtual Lab (V-Lab) menggunakan *Proteus 8 Professional* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan berbagai manfaat, antara lain sebagai berikut.

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pemanfaatan teknologi dan informasi sebagai alat pendukung yang memfasilitasi proses pembelajaran, khususnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis para peserta didik.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi pendidik, hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi dasar pertimbangan atau menjadi tambahan referensi strategi pembelajaran bagi pendidik dengan penggunaan media pembelajaran E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional*.

- b. Bagi peserta didik, diharapkan dapat dipermudah dalam memahami mata pelajaran fisika khususnya pada materi pengantar instrumen digital dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih optimal dan produktif.
- c. Bagi peneliti, diharapkan bisa dipakai sebagai rujukan peneliti lain guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui media pembelajaran E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional*.

F. Definisi Operasional

Untuk mengarahkan penelitian yang dilakukan, ada beberapa istilah yang didefinisikan dalam pengembangan produk sebagai berikut:

1. E-LKPD Berbantuan V-Lab Menggunakan *Proteus 8 Professional* adalah lembar kerja peserta didik elektronik yang didesain secara interaktif untuk mendukung proses pembelajaran berbasis simulasi virtual laboratorium. E-LKPD ini mengintegrasikan penggunaan perangkat lunak *Proteus 8 Professional* sebagai alat bantu simulasi rangkaian elektronik, yang memungkinkan peserta didik mempraktikkan konsep-konsep gerbang logika dan perangkat digital secara virtual. E-LKPD ini dirancang untuk mendukung pembelajaran mandiri dengan menyediakan petunjuk langkah-langkah penggunaan *Proteus 8 Professional*, simulasi rangkaian, dan tugas eksplorasi yang bertujuan memperdalam pemahaman konsep. Kelayakan media ini diukur dengan menggunakan formulir validasi yang dinilai oleh dua orang validator, yaitu seorang dosen dan seorang guru fisika. Kemudian, hasilnya dianalisis menggunakan uji validitas Aiken's V guna mengetahui tingkat kesepakatan antar penilai. Analisis terhadap penilaian tersebut dilakukan dengan menggunakan uji validasi Aiken's V untuk mengukur tingkat kesepakatan antar penilai, dengan menggunakan skala Likert sebagai dasar untuk menilai berbagai aspek dan rubrik penilaian berbasis skala Likert yang mencakup aspek kualitas isi, tampilan visual, serta kebermanfaatan media dalam proses pembelajaran. E-LKPD Berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional* dalam pembelajaran yaitu bermanfaat untuk membantu peserta didik menguasai prinsip gerbang logika secara visual melalui simulasi. E-LKPD ini mendukung

pembelajaran mandiri, melatih berpikir kritis, dan meningkatkan keterlibatan belajar melalui materi interaktif. Dengan umpan balik langsung dari simulasi, peserta didik dapat mengevaluasi hasil desainnya secara efektif. Di samping itu, penggunaan Proteus juga memfasilitasi peserta belajar untuk menguasai keahlian teknologi yang relevan dengan tantangan pendidikan saat ini serta kebutuhan profesi di era digital saat ini.

2. Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan individu dalam menganalisis, menilai, serta mengintegrasikan informasi secara rasional dan logis untuk mendukung pengambilan keputusan atau memecahkan masalah secara efektif. Penyusunan tes keterampilan berpikir dirancang berdasarkan lima indikator yaitu: (1) *elementary clarification* (memberikan penjelasan sederhana), (2) *basic support* (membangun dukungan dasar), (3) *inference* (menarik kesimpulan), (4) *advanced clarification* (memberikan penjelasan mendalam), serta (5) *strategies and tactics* (menggunakan strategi dan taktik). Untuk indikator ini, peserta didik diberikan soal kontekstual yang menantang mereka merancang susunan pemecahan masalah secara terstruktur dan strategis. Melalui kelima indikator tersebut, peserta didik diharapkan peserta didik dapat menunjukkan kemampuan berpikir kritis yang kuat dan aplikatif dalam berbagai situasi belajar. Pengukuran keterampilan ini dilakukan melalui *pretest-posttest* yang merujuk terhadap lima indikator, kemudian dianalisis dengan uji *N-gain* untuk menilai peningkatan yang terjadi setelah pelaksanaan pembelajaran. Selanjutnya, uji normalitas berfungsi untuk menguji pola distribusi data, sedangkan uji-t diterapkan sebagai uji hipotesis untuk mengkaji ada tidaknya perbedaan dalam keterampilan berpikir kritis peserta didik yang signifikan.
3. Pengantar instrumen digital adalah cabang fisika yang membahas bilangan dalam sistem biner, data dalam format digital, sinyal analog, transfer data, dan gerbang logika. Materi ini merupakan bagian dari kurikulum fisika kelas XII SMA dalam Kurikulum Merdeka. Dalam capaian pembelajaran, peserta didik diharapkan mengerti dasar-dasar gerbang logika beserta aplikasinya pada

sistem komputer dan berbagai perhitungan digital dapat memahami prinsip-prinsip gerbang logika dan pemanfaatannya dalam sistem komputer serta perhitungan digital lainnya.

G. Kerangka Berpikir

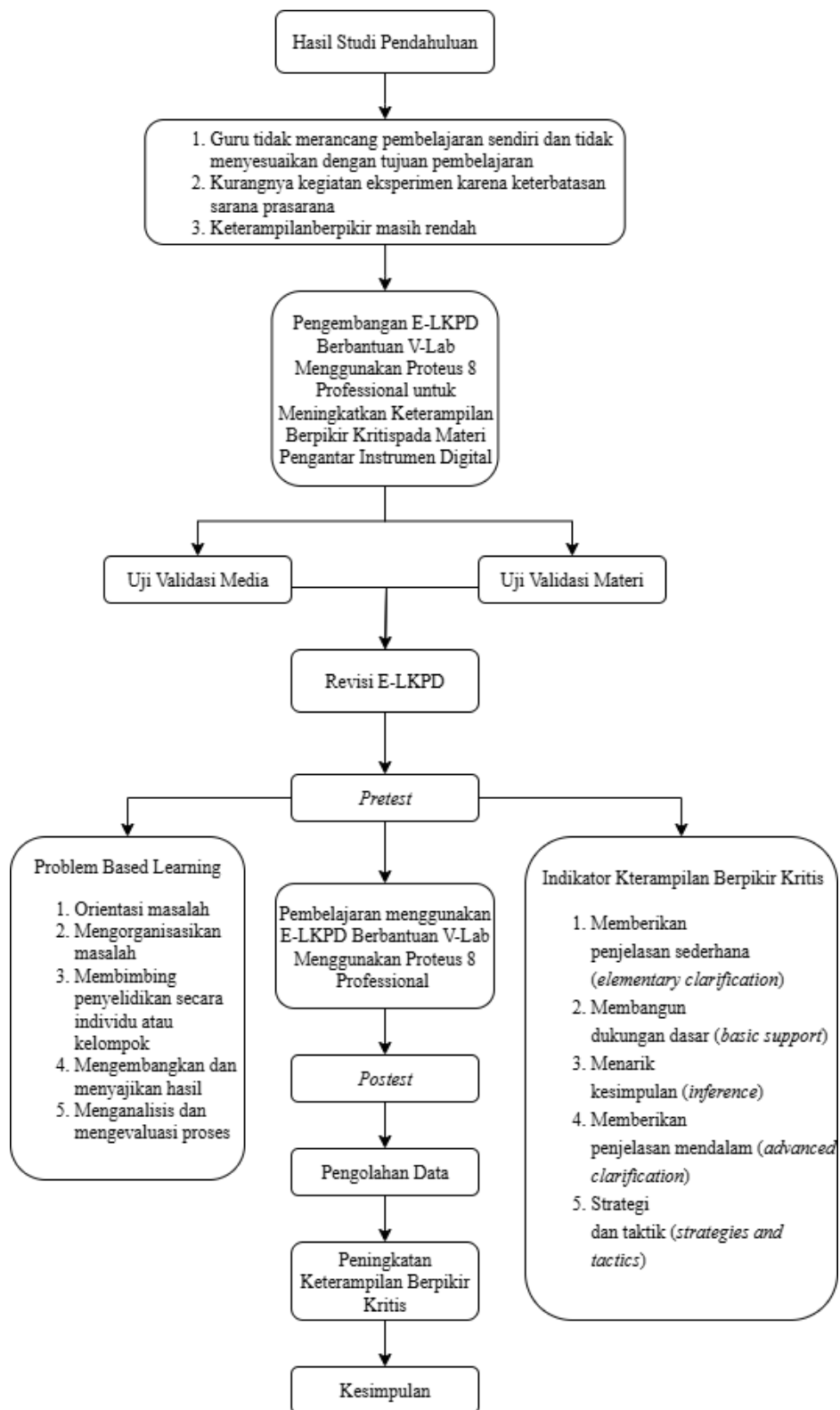
Hasil analisis studi pendahuluan yang telah dilaksanakan sebelumnya oleh peneliti di suatu SMA Swasta di Kecamatan Ciparay melalui wawancara dengan guru dan observasi kelas, ditemukan bahwa tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik di sekolah ini masih relatif rendah, disebabkan oleh metode pembelajaran yang kurang inovatif dan kurangnya kegiatan eksperimen yang mendukung. Keterbatasan sarana dan prasarana sekolah menjadi faktor penentu, sehingga proses pembelajaran cenderung teoretis dan kurang interaktif sehingga menghambat pengembangan kemampuan analisis, kreativitas dan pemecahan masalah peserta didik.

Solusi yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan kemajuan teknologi, yaitu dengan mengembangkan media pembelajaran salah satunya mengembangkan E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional*. Media pembelajaran virtual laboratorium ini dikembangkan sebagai alternatif solusi untuk mengatasi keterbatasan sarana praktikum dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. E-LKPD berbantuan Virtual Lab menggunakan *Proteus 8 Professional* dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran materi gerbang logika dasar secara lebih fleksibel dan interaktif (Firdaus et al., 2020:1-2). Dengan memanfaatkan tingginya penggunaan smartphone di kalangan peserta didik, media ini mempermudah pelaksanaan kegiatan praktikum meskipun tanpa laboratorium fisik, sekaligus membuka peluang supaya para pelajar mengalami pengalaman belajar yang lebih autentik dan relevan (Pratama et al., 2020:28). Pengguna dapat mengakses E-LKPD ini lewat komputer, laptop, atau handphone. Sedangkan *Proteus 8 Professional* adalah suatu V-Lab dilengkapi dengan elemen elektronika sehingga peserta didik dapat melakukan percobaan membuat rangkaian tanpa harus menggunakan peralatan fisik yang bisa

memudahkan peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis melalui kegiatan praktikum.

Penelitian ini dimulai dengan mengadakan *pretest*. Tujuannya adalah guna mengidentifikasi tahap permulaan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum mereka menerima perlakuan. Soal-soal *pretest* tersebut disusun berdasarkan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis yaitu keterampilan yaitu memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun dukungan dasar (*basic support*), menarik kesimpulan (*inference*), memberikan penjelasan mendalam (*advanced clarification*), serta menggunakan strategi dan taktik (*strategies and tactics*). Selanjutnya pembelajaran dilakukan dengan mengimplementasikan E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional* yang dibuat dan dirancang serta dikembangkan menggunakan metode Research & Development dan model ADDIE.

Dengan menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab menggunakan *Proteus 8 Professional* terbimbing diharapkan peserta didik dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan bimbingan dari guru. Selama fase pembelajaran yang menggunakan E-LKPD berbantuan V-Lab dengan *Proteus 8 Professional* secara terbimbing, peserta didik dilatih untuk menghadapi berbagai masalah atau skenario yang membutuhkan analisis, pemecahan masalah, dan evaluasi kritis. Pendekatan ini akan mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis mereka. Begitu pembelajaran selesai, *posttest* diadakan untuk menilai seberapa besar kemajuan keterampilan berpikir kritis para peserta didik setelah diberikan intervensi. Setelah diperoleh data, kemudian dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas modul serta strategi pembelajaran yang digunakan. Adanya peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis menjadi indikator keberhasilan dalam pengembangan modul dan penerapan model pembelajaran tersebut. Pada gambar di bawah ini merupakan bagan dari kerangka berpikir.



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir penelitian.

H. Hipotesis

Berdasarkan pernyataan dan rumusan masalah yang sudah disampaikan, hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Ho* Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang signifikan sebelum dan sesudah menggunakan media E-LKPD berbantuan V-Lab dan model *Problem Based Learning* pada materi pengantar instrumen digital di SMA KP 2 Ciparay.
- Ha* Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang signifikan sebelum dan sesudah menggunakan media E-LKPD berbantuan V-Lab dan model *Problem Based Learning* menggunakan *Proteus 8 Professional* pada materi pengantar instrumen digital di SMA KP 2 Ciparay.

I. Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian yang dipublikasikan oleh Catur Okti Windaria pada tahun 2021 membuktikan efektivitas model PBL dalam mengasah keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penerapan tahapan PBL mampu mengembangkan kemampuan analisis, sintesis, pemecahan masalah, pengambilan kesimpulan, dan evaluasi. Terjadi peningkatan signifikan dari siklus I ke siklus II, seperti kemampuan analisis yang naik dari 64,44% menjadi 75,55% dan pemecahan masalah dari 38,88% menjadi 72,22%. PBL menciptakan lingkungan belajar yang menstimulasi pemikiran tingkat tinggi, penyelesaian masalah nyata, serta penguatan kemampuan logis dan evaluatif. Oleh karena itu, PBL dinilai efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Sekampung”(Catur Okti Windaria, 2021).
2. Arifah et al. (2021) menemukan bahwa “Dalam pembelajaran fisik, penerapan model ajar PBL sangat membantu dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil meta-analisis terhadap sepuluh artikel menunjukkan nilai ukuran efek rata-rata sebesar 1,67, yang menunjukkan bahwa artikel tersebut termasuk dalam kategori tinggi. Model PBL mendukung

pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui serangkaian tahapan, Contohnya meliputi pengenalan masalah, pengaturan aktivitas pembelajaran, serta penelitian baik secara mandiri maupun dalam kelompok, penyusunan serta presentasi hasil diskusi, dan evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa PBL selain mendorong keterlibatan aktif peserta didik, juga mengasah keterampilan mereka dalam bernalar secara logis, menganalisis dengan tajam, serta berinovasi secara kreatif dalam menyelesaikan permasalahan” (Arifah et al., 2021).

3. Penelitian oleh Pertiwi, Luayyin, dan Arifin (2023) menunjukkan bahwa “Keterampilan peserta didik dalam berpikir kritis bisa diperbaiki melalui penerapan model pembelajaran PBL. Pendekatan ini sangat efektif sebab menitikberatkan pada penyelesaian masalah yang ada di dunia nyata, contohnya seperti peserta didik diminta untuk memahami masalah dan bekerja sama untuk menyelesaikannya. Kemampuan berpikir kritis mereka secara aktif ditingkatkan selama proses ini” (Pertiwi et al., 2023).
4. Agnesa dan Rahmadana (2022), melalui studi literatur, menyimpulkan Temuan penelitian mengindikasikan bahwa model pembelajaran berbasis masalah (PBL) efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pelajaran biologi. Penelitian juga menyatakan bahwa PBL dapat diterapkan secara mandiri maupun dikombinasikan dengan media atau model pembelajaran lain, yang berdampak positif pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Namun demikian, beberapa studi yang dikaji belum menggunakan instrumen dengan validitas teruji, sehingga menimbulkan keraguan terhadap keandalan hasilnya. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian berikutnya menggunakan instrumen yang sudah melalui proses validasi. Meskipun demikian, penerapan model PBL tetap direkomendasikan untuk digunakan oleh pendidik di kelas sebagai strategi penguatan keterampilan berpikir kritis peserta didik ” (Agnesa & Rahmadana, 2022).
5. Juniarso (2019) dalam penelitiannya membuktikan bahwa Penerapan pendekatan pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan keterampilan

peserta didik dalam proses sains. Peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model PBL menunjukkan tingkat keaktifan yang lebih tinggi serta capaian hasil belajar menjadi lebih optimal ketimbang mereka yang masih bergantung pada metode lama. Dengan demikian, dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik secara optimal, para pendidik dianjurkan menerapkan model pembelajaran berbasis masalah ini. Ini karena hasil tes dan observasi selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa PBL efektif” (Juniarso, 2019)

6. Penelitian pada tahun 2022 oleh Azmin et al., “Studi tentang keterampilan proses sains menunjukkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen yang memakai model pembelajaran berorientasi masalah menunjukkan keterampilan yang lebih baik—dengan skor 72,82% dan kategori baik—dibandingkan dengan kelas kontrol, yang hanya mencapai 57,3% dan dikategorikan cukup dalam keterampilan proses sains. Selain itu, analisis tanggapan peserta didik menunjukkan bahwa 97,6% dari 26 sampel sangat setuju atau setuju terhadap penerapan model pembelajaran PBL, yang menandakan bahwa respon peserta didik terhadap model ini berada pada kriteria sangat baik.” (Azmin et al., 2022)
7. Penelitian yang dilakukan oleh Rachmat Rizaldi et al. (2023) mengungkapkan bahwa “Penggunaan E-Modul Praktikum Fisika berbasis masalah berkontribusi signifikan dalam pengembangan keterampilan proses sains peserta didik. Dengan tingkat kepraktisan yang mencapai 85,7 persen berdasarkan penilaian guru dan 75,695 persen menurut peserta didik, penggunaan modul ini dinilai tepat dan efektif dalam membantu kelancaran proses belajar. Oleh karena itu, modul tersebut direkomendasikan sebagai pembelajaran yang layak diterapkan saat mengajar” (Rachmat Rizaldi et al., 2023).
8. Penelitian Suindhia (2023) membuktikan bahwa “Hasil belajar peserta didik menunjukkan perubahan yang nyata setelah diterapkannya model PBL, dari rata-rata 67,8 pada pembelajaran tradisional menjadi 85,0 setelah penerapan PBL. Selain itu, tingkat ketuntasan belajar juga naik dari 71,19% menjadi 93,75%. Model PBL terbukti berhasil meningkatkan hasil belajar fisika di SMA

Negeri 1 Petang karena mendorong keterlibatan aktif peserta didik melalui presentasi, pemecahan masalah, dan diskusi” (SUINDHIA, 2023).

9. Penelitian yang dilakukan oleh Habsyi, R., Saleh, R. R., dan Nur, I. M. (2022) menyimpulkan bahwa “Pengembangan E-LKPD meliputi beberapa tahap, yaitu analisis kurikulum dan materi, perancangan E-LKPD, validasi produk, implementasi, serta evaluasi. Temuan ini mengungkapkan bahwa E-LKPD yang dirancang telah mendapatkan validasi dari pakar dan memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Peningkatan tersebut didorong oleh fitur-fitur interaktif dalam E-LKPD, meskipun pelaksanaannya masih menghadapi beberapa kendala. Karena aplikasi ini masih baru dan peserta didik belum pernah menggunakannya sebelumnya, maka diperlukan pendampingan sejak awal pemasangan hingga aplikasi dapat digunakan secara optimal, termasuk pendampingan langsung agar semua fitur dapat dimanfaatkan secara optimal” (Habsyi et al., 2022).
10. Penelitian pada tahun 2022 oleh Fitriyah & Ghofur dapat ditarik kesimpulan bahwa “Penerapan model pembelajaran berbasis masalah melalui E-LKPD berbasis Android memberikan dampak positif yang signifikan dalam mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil belajar di kelas eksperimen menunjukkan pencapaian yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dengan tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran ini sangat baik, mencapai 85%. Penggunaan E-LKPD memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara mandiri, interaktif, serta berorientasi pada kebutuhan peserta didik. Mereka juga diajarkan untuk analisis, kerja tim, dan pemecahan masalah. Model ini terbukti inovatif dan relevan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran.” (Fitriyah & Ghofur, 2022)
11. Penelitian tahun 2022 oleh Ridwan et al., menunjukkan bahwa “Saat menggunakan *Proteus 8 Professional* berbantuan *Virtual Laboratory*, mahasiswa didik didik memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang signifikan saat mengerjakan tugas desain dan simulasi. Dibandingkan dengan penggunaan tutorial video dan e-book digital selama pandemi COVID-19,

metode ini terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kelompok eksperimen dari 36,29 menjadi 79,71, dan pada kelompok kontrol dari 33,43 menjadi 72,14. Ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok berdasarkan uji Mann-Whitney ($p < 0,05$). Skor gain kelompok eksperimen (62,23) dianggap cukup efektif, sedangkan skor gain kelompok kontrol (54,59) dianggap lebih rendah” (Ridwan et al., 2022).

12. Penelitian pada tahun 2021 oleh Suswati & Subhan, menatakan Penggunaan laboratorium virtual yang didukung oleh *software Proteus 8 Professional* terbukti menjadi alternatif praktikum fisika yang efektif khususnya pada materi rangkaian listrik. Penelitian ini mengungkapkan adanya peningkatan keterampilan proses sains peserta didik yang diukur melalui analisis *N-gain* dan uji-t. Dari 33 peserta didik yang terlibat, 67% menunjukkan kategori *N-gain* tinggi, sementara 33% berada pada kategori sedang. Hasil uji statistik menegaskan efektivitas metode ini dengan nilai t-hitung sebesar 18,206, yang lebih besar dibandingkan t-tabel sebesar 2,036 Dengan demikian, penggunaan laboratorium virtual berbasis *Proteus 8 Professional* tidak hanya mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium fisik, tetapi juga membantu peserta didik meningkatkan keterampilan proses sains secara signifikan.” (Suswati & Subhan, 2021).

Penelitian ini menunjukkan kemiripan dengan studi terdahulu dalam aspek pengembangan E-LKPD sebagai media pembelajaran fisika dan penggunaan pendekatan *Problem Based Learning* guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Perbedaannya terletak pada integrasi Virtual Lab (V-Lab) berbantuan *Proteus 8 Professional*, yang belum dimanfaatkan dalam penelitian terdahulu untuk mendukung penguatan keterampilan berpikir kritis. Inovasi dari penelitian ini terletak pada penggunaan V-Lab berbasis *Proteus 8 Professional*, sebuah aplikasi simulasi elektronika yang menyediakan berbagai komponen elektronik, sehingga dapat dijadikan media alternatif dalam pengembangan E-LKPD peserta didik dalam membuat rangkaian elektronika khususnya pada

praktikum gerbang logika tanpa memerlukan perlataran fisik. Selain itu, peserta didik juga dapat mengenal lebih banyak simbol elektronik, meningkatkan pengetahuan mereka, dan berkesempatan untuk bereksperimen serta mengeksplorasi konsep ilmiah yang telah disampaikan oleh pendidik. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkuat keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika, terutama materi pengantar instrumen digital.

