

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di abad ke-21, mustahil untuk mengabaikan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berlangsung. Pemakaian sistem berbasis mesin, ketersediaan informasi dimanapun, serta keahlian untuk bekerja lintas profesi dan lokasi ialah ciri dari masa ini (Kemendikbud dalam Sasmoko 2017). Pengembangan sumber daya manusia harus senantiasa mengimbangi kemajuan yang terus berlangsung di abad ini; oleh karena itu, keahlian untuk beradaptasi terhadap perubahan-perubahan tersebut menjadi hal yang krusial. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mendefinisikan talenta abad ke-21 sebagai 16 keterampilan berbeda yang terbagi ke dalam tiga kelompok, salah satunya mencakup kompetensi-kompetensi krusial. Sistem pendidikan yang diterapkan memegang peranan penting dalam menentukan sejauh mana kesiapan tenaga kerja untuk menghadapi tantangan abad ini, mengingat pendidikan merupakan sarana utama untuk membekali sumber daya manusia dengan keahlian-keahlian esensial abad ke-21 tersebut secara memadai.

Abad ke-21 merupakan babak baru dalam evolusi pendidikan sekaligus masa kemajuan teknologi dan informasi, yang muncul di tengah tantangan dalam mengoptimalkan dan melatih keterampilan sumber daya manusia. Peralihan dari kurikulum lama ke kurikulum baru menjadi penanda perubahan dalam lingkungan pendidikan ini. Berlandaskan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, kurikulum didefinisikan

sebagai seperangkat rencana dan aturan perihal tujuan, isi, dan bahan pelajaran, serta cara guna pedoman penyelenggaraan kegiatan belajar guna menggapai target pendidikan tertentu (RISTEKDIKTI, 2003). Indonesia telah banyak mengalami tranformasi kurikulum, yang mana perubahan ini terus menyesuaikan dengan perkembangan yang ada. Sebelumnya, Indonesia mempergunakan kurikulum 2013, yang mana kurikulum ini sudah diterapkan sejak tahun 2013/2014. Sejak tahun 2020, pemerintah memaksimalkan kurikulum baru yang menyesuaikan dengan perkembangan zaman, selain itu hal ini juga dijalankan untuk mencukupi dan memaksimalkan proses pendidikan agar mampu menghadapi tuntutan abad ke-21. Pengembangan kurikulum ini hadir dengan sebuah konsep yang berfokus pada siswa selama tahap belajarnya atau student center, konsep ini disebut dengan konsep merdeka belajar. Konsep merdeka belajar yang sudah dimaksimalkan di kurikulum punya kesearahan pada model belajar abad ke 21 saat lebih memfokuskan keperluan siswa (student-center). Ketika siswa dibagikan sebuah kebebasan dalam memaksimalkan pemikirannya, maka kesempatan tersebut dapat menjadi sebuah momentum bagi mereka untuk memaksimalkan keahliannya. Contoh keahlian yang perlu dipunya siswa sejalan pada semua perkembangan yang terjadi, yakni keahlian berpikir kritis.

Keahlian berpikir kritis yakni fondasi utama saat menjalani kompleksitas informasi juga permasalahan di era modern (Afriani et al., 2021). Berlandaskan pandangan Ennis, "*critical thinking is reasonable and reflective thinking focused on deciding what to believe or do*", yang berarti berpikir kritis yakni tahap pola pikir reflektif yang terfokus saat membuat putusan perihal apa

yang dipercayai atau dijalankan (Linda & Lestari, 2019). Menurut beberapa ahli, berpikiran kritis yakni keahlian pola pikir tingkat tinggi yang terjadi ketika seseorang memanggil kembali pengetahuan dari ingatan, lalu menghubungkan, menata ulang, dan memaksimalkannya guna mencapai tujuan atau menemukan solusi dalam situasi yang kompleks (Anjarisma et al., 2024). Secara garis besar, keahlian berpikiran kritis yakni keahlian peserta didik saat menuntaskan persoalan juga mengambil putusan dari banyak persepsi (Crismasanti & Yunianta, 2017). Keahlian penyelidikan kritis sangatlah penting dalam konteks pendidikan fisika; sebagai mata pelajaran di tingkat sekolah menengah, fisika menuntut siswa untuk memahami konsep, memecahkan masalah, serta mengaitkan konsep-konsep abstrak dengan situasi dunia nyata. Serta, fisika perlu didukung oleh eksperimen yang menyokong pengembangan pengetahuan terutama informasi yang krusial mengingat fisika yakni disiplin ilmu yang mendasar bagi kemajuan teknologi (Afriani et al., 2021)

Pada kenyataannya keahlian berpikiran kritis yang dimiliki oleh siswa saat belajar masih sangat rendah (Mafarja, 2022). Tingkat kemahiran yang rendah yang hampir ada di taraf kritis, ini dikarenakan sejumlah sebab, yakni: 1) siswa merasa kesulitan menuntaskan soal yang dibagikan; 2) siswa kesulitan mengidentifikasi persamaan yang relevan saat menuntaskan soal; dan 3) siswa merasa kesulitan mengaitkan hasil perhitungan pada kejadian dunia nyata (Priyadi et al., 2018). Data terbaru dari Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 yang dijalankan OECD semakin menguatkan kondisi sedikitnya keahlian berpikiran kritis siswa Indonesia. PISA dirancang untuk meninjau secara komprehensif keahlian siswa usia 15 tahun saat menuntaskan

persoalan yang kompleks, berpikir kritis juga berinteraksi dengan efektif (OECD, 2023, *PISA 2022 Result Factsheets Indonesia*). Hasil PISA ini memaparkan yakni rerata skor kunci yaitu Matematika 360 poin, Membaca 360 poin dan Sains 380 poin. Meskipun terjadi sedikit pengoptimalan rerata 10 poin pada bidang matematika dari tahun 2018 ke 2022 yang menandai pemulihan dari penurunan sebelumnya, skor tersebut masih setara dengan capaian tahun 2015 dan jauh dari rerata global.

Lebih lanjut, hasil PISA 2022 menyoroti secara spesifik keterbatasan keahlian berpikir kritis siswa Indonesia. Pertama, hanya 1% siswa Indonesia yang bisa menggapai level 5 atau level 6 kemahiran dalam matematika, membaca, maupun sains, padahal level ini menjabarkan keahlian berpikir kritis tingkat lanjut dalam rumusan dan evaluasi masalah kompleks. Angka ini sangat timpang dibandingkan rerata OECD yang mencapai 8-9%. Sebaliknya, persentase siswa dengan keahlian sangat rendah (di bawah level 1a) masih sangat tinggi. Sebagai contoh, 19% siswa Indonesia tidak dapat melakukan tugas matematika paling dasar, dan 41% siswa tidak mencapai level 2 dalam membaca dan Sains. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa belum menguasai keahlian fundamental yang menjadi dasar bagi pengembangan berpikir kritis.

Fakta juga data perolehan pengkajian tersebut diakui beberapa pengkajian yang memperoleh temuan yang sama perihal keahlian berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa. Berlandaskan perolehan pengkajian yang dijalankan Susilawati et al., (2020) di SMA N 1 Woha menjabarkan jika 21% siswa punya keahlian berpikir kritis pada kelompok sedang, 64% siswa pada

kelompok rendah, juga 15% siswa pada kelompok sangat rendah. Tidak terdapat siswa yang punya keahlian berpikir kritis di jenjang tinggi juga sangat tinggi. Serta berlandaskan perolehan pengkajian yang dijalankan Herliandry et al., (2018) menunjukkan hasil berkelompok sangat rendah pada tes awal yang dibagikan pada kedua kelas, yaitu kelas eksperimen yang besarnya 30,51 dan kelas kontrol yang besarnya 28,40. Berlandaskan data tersebut, bisa disebut jika keahlian berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa di Indonesia masih sangat rendah, hingga memerlukan beberapa tindakan-tindakan pada tahap belajar guna memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa.

Berlandaskan permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, terlihat jelas adanya kesenjangan signifikan antara harapan ideal terhadap keahlian berpikir kritis siswa dengan realita yang ada. Kesenjangan ini tidak hanya disebabkan oleh satu penyebab, namun oleh multifaktor yang kompleks. Banyak studi mengindikasikan bahwa tantangan dalam memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa bisa berakar pada masalah sosial budaya, kendala teoritis juga praktis, isu metodologis, keterbatasan teknis, serta krusialnya pemilihan metode pengajaran (Bachtiar, 2022). Selain itu, faktor internal seperti kurangnya kepercayaan diri atau motivasi, perasaan cemas, serta perkembangan intelektual yang belum optimal juga dapat memengaruhi keahlian berpikir seseorang (Rahmani et al., 2021) . Contoh akar pemicu utama sedikitnya berpikir kritis peserta didik yakni karena mereka belum secara konsisten dilatih untuk merumuskan dan memecahkan permasalahan yang ditemukan dalam konteks belajar, yang pada gilirannya berdampak pada rendahnya produktivitas akademik siswa (Limat, 2022).

Mengingat kompleksitas penyebab tersebut, strategi belajar yang tepat menjadi kunci. Model-model belajar yang berbasis masalah dan terfokus di siswa terbukti efektif dalam memicu rasa percaya diri siswa untuk mengemukakan pendapat (Limat, 2022). Pendekatan semacam ini juga melatih siswa untuk memaksimalkan keahlian rumusan saat menghadapi dan menyelesaikan suatu kasus, terutama ketika belajar mengintegrasikan permasalahan kehidupan nyata sebagai pendukungnya. Sejalan dengan hal tersebut, Saragih., et al (2020) supaya pemahaman yang akurat mengenai topik-topik fisika dapat disebarluaskan secara efektif, keahlian berpikir kritis yang tinggi sangatlah penting. Karenanya, penggunaan model belajar mutakhir yang dipadukan dengan media belajar yang relevan dan tepat diinginkan bisa memaksimalkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya saat mempelajari fisika. Salah satu model yang sesuai dengan sifat-sifat belajar kreatif yang terpusat pada siswa serta memiliki potensi untuk mendorong pengembangan keahlian berpikir kritis yakni tahap belajar kolaboratif (Mafarja, 2022).

Belajar kolaboratif telah berkembang menjadi sebuah filosofi interaksi dan gaya hidup mengedepankan kerja sama untuk mencapai tujuan bersama, bukan sekadar teknik pengajaran di kelas. Model ini secara fundamental tidak serupa pada model belajar yang terfokus di guru atau tranmisi satu arah pengetahuan, yang mana seringkali menyebabkan peserta didik kehilangan kesempatan untuk mengartikulasikan pengalaman belajarnya (Siregar et al., 2024). Dalam konteks belajar kolaboratif, siswa didorong untuk terlibat secara aktif dan interaktif melalui diskusi, pertukaran ide, evaluasi pendapat, serta penyelesaian masalah secara bersama (Nath et al., 2024). Proses tersebut

menciptakan lingkungan belajar yang mendukung siswa guna merumuskan informasi, mempertimbangkan banyak pandangan, menyusun argumen, juga membuat putusan berlandaskan alasan yang logis, yang yakni unsur utama dalam keahlian berpikiran kritis (Zabolotna et al., 2023). Berbagai pengkajian memaparkan yakni tahap belajar kolaboratif tidak hanya memaksimalkan prestasi belajar dan wawasan konsep, tetapi juga berperan dalam memaksimalkan keahlian berpikiran kritis melalui interaksi sosial, refleksi bersama, dan konstruksi pengetahuan secara kolektif. Selain itu, model ini turut mendukung pengembangan sikap positif, rasa percaya diri, serta keahlian berinteraksi dengan individu yang punya perspektif berbeda, hingga siswa lebih siap menjalani hambatan belajar dan kehidupan di masa mendatang (Tegeh et al., 2022).

Namun meskipun pada proses berpikir tingkat tinggi, seringkali belum secara optimal mampu menstimulasi pengembangan keahlian berpikiran kritis pada tingkatan yang lebih tinggi (C4-C6). Seringkali, siswa cenderung hanya membagikan jawaban sederhana tentang tugas tanpa dituntut untuk menjelaskan bagaimana dan mengapa jawaban tersebut benar, yang mana esensial untuk mengaplikasikan pengetahuan di kemudian hari (Husain, 2021). Keterbatasan juga dapat muncul ketika kolaborasi hanya berfokus pada penyelesaian tugas rutin atau menghadapi tantangan seperti pengelolaan waktu dan potensi keramaian dalam kelas yang menghambat diskusi mendalam (Rahmatika, 2023). Hal ini menyebabkan belajar kolaboratif umum mungkin kurang efektif dalam mendorong siswa untuk merumuskan dan mengevaluasi argumen secara mendalam, memperoleh ide-ide orisinal, atau merefleksikan

proses berpikir metakognitif yang merupakan inti dari berpikir kritis tingkat tinggi.

Menyadari keterbatasan tersebut, model belajar Collaborative Creativity (CC) muncul sebagai pengembangan inovatif yang secara eksplisit dirancang untuk mengoptimalkan potensi belajar kolaboratif dalam memicu keahlian berpikir kritis siswa. Model CC tidak hanya menekan interaksi dan kerja sama, tetapi juga secara intrinsik mengintegrasikan dimensi kreativitas dan evaluasi kritis sebagai bagian integral dari tahap belajar. Ini mendorong siswa untuk berkolaborasi dalam memperoleh ide-ide baru dan beragam solusi (pemikiran divergen), yang kemudian harus mereka rumuskan, evaluasi, dan pertahankan dengan argumen berbasis bukti. Proses ini secara langsung melatih keahlian berpikir kritis pada level C4 (Merumuskan), C5 (Menilai), juga C6 (Membuat), karena siswa dipaksa untuk tidak hanya menemukan jawaban, tetapi juga menciptakan, mengkritisi, dan menyempurnakan gagasan secara kolektif. Hingga, CC menawarkan kerangka kerja yang lebih komprehensif untuk mendorong siswa bergerak melampaui wawasan konseptual dasar menuju keahlian berpikir kritis yang mendalam dan aplikatif.

Menjawab kebutuhan akan strategi belajar yang inovatif, inovasi pada model belajar juga media belajar begitu dibutuhkan guna memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa. Contoh model belajar yang menjanjikan pada konteks ini adalah model belajar *Collaborative Creativity* (Astutik et al., 2018). Model ini berfokus pada kolaborasi aktif antar siswa untuk memperoleh ide-ide inovatif sekaligus mengasah keahlian kritis mereka dalam merumuskan dan mengevaluasi (Astutik et al., 2020). Perolehan pengkajian Suryani et al., (2023)

mengenai penerapan model belajar *Collaborative Creativity* untuk mengoptimalkan keterampilan berpikir kritis pada belajar matematika menjabarkan adanya pengoptimalan signifikan dalam keahlian berpikir kritis siswa setelah model ini diterapkan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa model *Collaborative Creativity* punya potensi untuk diterapkan pula pada belajar fisika, mengingat sifat-sifat fisika yang menuntut keahlian rumusan, diskusi, argumentasi ilmiah, serta pemecahan masalah secara kreatif dan kritis. Karakteristik tersebut membagikan ruang bagi siswa untuk membangun pengetahuan melalui interaksi sosial sekaligus melatih keahlian merumuskan, mengevaluasi, menyusun argumentasi, dan mempertimbangkan berbagai alternatif solusi, yang merupakan komponen penting dalam keahlian berpikir kritis (Astutik et al., 2020).

Guna membimbing siswa mengkaji informasi, media belajar juga harus dipergunakan bersamaan dengan model belajar. Hal ini sangat penting karena anak-anak usia sekolah sering kali kurang punya kreativitas (Trisanti et al., 2022). Contoh media yang bisa membimbing tahap belajar yakni laboratorium virtual (Trisanti et al., 2022). Laboratorium virtual adalah teknologi yang memfasilitasi belajar praktik langsung di dalam kelas. Siswa dapat mempergunakan software ini untuk kegiatan belajar baik secara daring maupun luring sebab bisa dibuka dari lokasi mana pun (Atikah et al., 2023). Serta, siswa dapat memvisualisasikan materi yang diajarkan melalui pemakaian laboratorium virtual, yang menyokong pemahaman lebih mendalam perihal topik tersebut. Simulasi PhET guna laboratorium virtual bagi peneliti dalam studi ini. Tahap belajar melalui simulasi PhET diinginkan bisa mengoptimalkan

pemahaman siswa terhadap gagasan abstrak atau materi yang sulit dipelajari melalui eksperimen di laboratorium nyata (Hikmah et al., 2017).

Sinergi antara model belajar *Collaborative Creativity* dan penggunaan Laboratorium Virtual PhET menawarkan pendekatan yang sangat potensial untuk secara komprehensif memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa. Dalam model belajar *Collaborative Creativity*, siswa didorong guna berdiskusi merumuskan masalah bersama, mempertimbangkan berbagai perspektif, dan membangun argumen berbasis bukti. PhET melengkapi proses kolaborasi dan kreativitas ini dengan menyediakan lingkungan eksperimen virtual yang interaktif dan aman. Melalui simulasi PhET, siswa dapat secara aktif memanipulasi variabel, mengamati fenomena Fisika yang kompleks secara real-time, dan mengakumulasi data. Interaksi langsung ini memfasilitasi pengembangan aspek berpikir kritis seperti keahlian merumuskan hubungan sebab-akibat, menginferensi dari data observasi, dan mengevaluasi hasil percobaan. Hasil dari eksplorasi PhET kemudian dapat menjadi bahan diskusi dan argumentasi konkret dalam kelompok *Collaborative Creativity*. Siswa tidak hanya berteori, tetapi juga memvalidasi ide-ide mereka dengan bukti empiris dari simulasi, hingga mendorong penalaran yang lebih mendalam, pemecahan masalah berbasis data, serta keahlian untuk mengkomunikasikan gagasan secara logis dan persuasif. Hingga, kombinasi kedua elemen ini menciptakan lingkungan belajar yang dinamis, memfasilitasi siswa untuk mengasah seluruh dimensi berpikir kritis mereka secara aktif dan bermakna.

Berlandaskan penjelasan di atas, peneliti terinspirasi untuk menelaah lebih lanjut perihal dampak model belajar *Collaborative Creativity* yang

dipadukan dengan laboratorium virtual sebagai media simulasi terhadap keahlian berpikir kritis siswa dalam belajar Fisika dalam pengkajian eksperimen perihal “**Pengaruh Model Pembelajaran *Collaborative Creativity* Berbantuan PhET *Simulation* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA.**”

1.2 Identifikasi Masalah

Berlandaskan latar belakang yang dipaparkan hingga identifikasi masalah yang diajukan dalam pengkajian ini yakni.

1. Rendahnya keahlian berpikir kritis yang dimiliki oleh siswa
2. Kurangnya inovasi dalam pemilihan model belajar serta media pendukung dalam tahap belajar
3. Belum optimalnya pemanfaatan laboratorium virtual seperti media simulasi PhET
4. Kegiatan belajar yang kolaboratif dan kreatif belum banyak diterapkan

1.3 Pembatasan Masalah

Berlandaskan persoalan yang telah diidentifikasi hingga perlu pembatasan persoalan supaya pengkajian yang dijalankan cangkupannya tidak terlalu luas, mendalam serta terperinci. Pada pengkajian ini akan ditekankan lagi mengenai seperti apa pengaruh pemilihan model belajar yang tepat yaitu *Collaborative Creativity* yang akan dipadukan dengan laboratorium virtual yaitu PhET dalam memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa.

1.4 Rumusan Masalah

Berlandaskan latar belakang di atas, hingga perumusan persoalan yang diangkat dalam pengkajian ini yakni “Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mempergunakan model belajar *Collaborative Creativity* dengan bantuan PhET Simulation dan model belajar *Discovery Learning*?”

1.5 Tujuan Penelitian

Berlandaskan perumusan persoalan yang disebutkan, hingga tujuan pengkajian ini guna merumuskan ketidaksamaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mempergunakan model belajar *Collaborative Creativity* berbantuan PhET Simulation dan model belajar *Discovery Learning*.

1.6 Manfaat Penelitian

Kegunaan pengkajian ini tampak di dua aspek, yakni teoritis juga praktis. Dengan lebih lengkap kegunaan ini hendak dijabarkan, yakni.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Ada kegunaan teoritis yang diinginkan pada perjalanan pengkajian ini yakni.

- a. Perolehan pengkajian ini menjadi acuan bagi pengkajian berikutnya perihal model yang sama dengan memberi dukungan empiris terkait dampak atau ketiadaan dampak dari model belajar *Collaborative Creativity* berbantuan laboratorium virtual pada keahlian disiplin ilmu yang krusial.

- b. Dari pengaplikasian model *Collaborative Creativity* berbantuan laboratorium virtual guna memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa, kesimpulan pengkajian ini bisa memberi efek bagi dunia pendidikan, terutama saat memaksimalkan standar belajar fisika di kelas. Pengkajian di masa mendatang akan menolak ukur temuan-temuan ini saat merancang model belajar.
- c. Perolehan pengkajian ini juga berguna pada perjalanan pendidikan saat merencanakan kurikulum juga pengoptimalan program belajar yang mengaplikasikan model belajar *Collaborative Creativity* berbantuan PhET *simulation* saat memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa saat belajar Fisika.

1.6.2 Manfaat Praktis

Serta kegunaan praktis yang diinginkan dengan pelaksanaan pengkajian ini yakni.

1.6.2.1 Bagi Peneliti Lain

Perolehan pengkajian ini bisa dipergunakan menjadi referensi guna pengkaji lainnya yang menelaah model belajar *Collaborative Creativity* berbantuan PhET *Simulation* guna alat pendukung pada tahap belajar pada keahlian berpikir kritis siswa saat belajar fisika.

1.6.2.2 Bagi Sekolah

Perolehan pengkajian ini diinginkan bisa dibuat landasan saat memaksimalkan dalam pengoptimalan mutu sekolah dari data-data yang didapatkan serta menjadi landasan referensi guna memaksimalkan model belajar *Collaborative Creativity* berbantuan PhET *Simulation* guna alat

pelengkap pada tahap belajar keahlian berpikir kritis siswa saat belajar fisika.

1.6.2.3 Bagi Guru

Perolehan pengkajian ini diinginkan bisa menjadi referensi guna pemakaian model belajar baru yang interaktif guna memaksimalkan keahlian berpikir kritis siswa.

1.6.2.4 Bagi Siswa

Penggunaan laboratorium virtual untuk mendukung model tahap belajar *Collaborative Creativity* diperkirakan akan memaksimalkan keahlian siswa saat menuntaskan banyak persoalan fisika, memberi wawasan yang lebih mendalam perihal materi tersebut, serta membuat lingkungan belajar interaktif yang memperkuat wawasan kritis mereka.

1.7 Definisi Konseptual

1.7.1 Model Pembelajaran *Collaborative Creativity* (CC)

Model belajar *Collaborative Creativity* (CC) yakni model belajar yang dapat melatih keahlian kreativitas ilmiah dan kolaborasi ilmiah sesuai pada prosedur sistematis (Puspitasari *et al.*, 2018). Model belajar CC yakni model belajar guna mengajarkan keahlian kreativitas ilmiah dan kolaboratif ilmiah pada diterapkannya *Collaborative Creativity* yang menjabarkan tahapan sistematis juga memberi bimbingan guru dalam mempermudah siswa mengidentifikasi persoalan, membuka ide-ide kreatif, kreativitas kolaboratif, juga keahlian berpikir tinggi. Adserta tahapan model belajar CC yaitu

identifikasi persoalan, memaksimalkan ide, *Collaborative Creativity*, elaborasi ide, juga penilaian tahap serta hasil belajar (Astutik & Prahani, 2018).

1.7.2 PhET Simulation

Salah satu sarana guna melengkapi aktivitas praktikum konvensional di kelas adalah laboratorium virtual. Melalui program komputer yang mensimulasikan penyelidikan ilmiah, sarana ini mendorong belajar sains yang partisipatif. Laboratorium virtual ini merupakan sumber daya guna memaksimalkan pemahaman siswa terhadap materi juga menjadi alternatif yang baik pada keadaan di mana pelaksanaan praktikum di laboratorium fisik sulit dijalankan (Hikmah, Saridewi, & Agung, 2017). PhET yakni simulasi berbasis web yang dapat dijalankan secara daring untuk menunjang belajar, merupakan perangkat laboratorium yang dipergunakan pada pengkajian ini. Simulasi ini membantu siswa dalam kegiatan belajar mereka, khususnya saat mengkaji materi yang memerlukan simulasi. Karena PhET tersedia secara daring, siswa bisa menjalankan eksperimen di luar laboratorium fisik yang sebenarnya.

1.7.3 Kemampuan Berpikir Kritis

Pengembangan kemampuan abad ke-21 menuntut keahlian berpikiran kritis tingkat tinggi. Keterampilan ini membantu seseorang membuat penilaian yang kuat dan dapat diandalkan dengan menggunakan penalaran yang tepat dalam menghadapi berbagai persoalan hidup, serta dalam menafsirkan, menciptakan, dan berbagi informasi (Rahardhian, 2022). Robert Ennis (1996) mengatakan bahwa tujuan dari berpikir kritis adalah untuk membantu siswa dalam mengambil keputusan yang rasional hingga dapat bertindak sesuai dengan fakta yang dirasa paling tepat (Mukarima *et al.*, 2024). Menurut Robert

Ennis (1996) terdapat lima aspek berpikir kritis yang terdiri dari 12 indikator di dalamnya (Rofiah & Rokhmaniyah, 2024). Dalam pengkajian ini akan diambil 5 indikator dari 12 indikator yang ada, adapun indikator-indikator tersebut adalah fokus pada pertanyaan atau masalah, merumuskan argumen, membagikan penjelasan, menarik kesimpulan logis, dan mengevaluasi argumen dan sumber.

1.8 Definisi Operasional

Variabel yang dapat diukur perihal keahlian berpikiran kritis siswa dalam konteks belajar fisika menjadi fokus definisi operasional pengkajian ini. Skor yang didapatkan siswa berlandaskan pemenuhan indikator keberhasilan tertentu merupakan representasi dari keterampilan berpikir kritis mereka. Pengkajian ini mengoperasionalkan keahlian berpikiran kritis memakai lima parameter penting yang mencakup banyak unsur kognisi logis dan reflektif, sebagaimana dikemukakan oleh Robert H. Ennis. Indikator-indikator tersebut meliputi mengidentifikasi isu atau pertanyaan utama, merumuskan argumen, menilai kredibilitas sumber, menarik kesimpulan logis, dan mengidentifikasi asumsi yang tidak dinyatakan. Variabel pertama yang ditinjau yakni keahlian berpikiran kritis awal yang dipergunakan menjadi kovariat. Tes ini dihitung pada *pre-test*. Variabel kedua yang diukur adalah keahlian berpikiran kritis siswa saat belajar fisika yang dihitung dengan *post-test*. Tes yang dibagikan dalam pengkajian ini mencakup sepuluh soal uraian yang dibuat berlandaskan parameter kemampuan berpikiran kritis juga diintegrasikan dengan materi gelombang bunyi.