

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS PENELITIAN

A. Kajian Pustaka

1. Pembelajaran Abad 21 dan Keterampilan 4C

Abad ke-21 ditandai oleh dinamika perkembangan teknologi digital, globalisasi, dan perubahan sosial yang cepat. Kondisi tersebut menuntut sistem pendidikan untuk bertransformasi agar dapat menyiapkan generasi yang adaptif, kolaboratif, kreatif, serta mampu berpikir secara kritis dan solutif (Dariyono & Rusman, 2023). Transformasi pendidikan ini tidak lagi hanya menekankan pada penguasaan konten akademik, tetapi pada kompetensi berpikir tingkat tinggi dan kecakapan hidup abad 21 (Kemendikbudristek, 2022).

Berbagai lembaga pendidikan internasional seperti *Partnership for 21st Century Skills* (P21) telah merumuskan kerangka kompetensi yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Kerangka ini dikenal dengan sebutan 4C, yang mencakup empat keterampilan utama yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), kolaborasi (*collaboration*), dan komunikasi (*communication*) (Partnership for 21st Century learning, 2015). Keempat keterampilan ini dipandang sebagai fondasi penting dalam menyiapkan peserta didik agar mampu berperan aktif dan solutif dalam menghadapi kompleksitas permasalahan di dunia nyata.

a. Pengertian Pendidikan Abad 21

Pendidikan abad 21 adalah pendekatan pendidikan yang dirancang untuk menyiapkan peserta didik agar mampu menghadapi tantangan

global, berpikir adaptif, dan mengembangkan kapasitas mereka secara berkelanjutan. Pendidikan ini mencakup dimensi literasi dasar (literasi baca-tulis, numerasi, digital), kompetensi (4C), serta karakter (kejujuran, tanggung jawab, kepedulian) (Sartini & Mulyono, 2022).

Kurikulum Merdeka sebagai bentuk konkret dari arah pendidikan nasional saat ini menempatkan profil pelajar Pancasila sebagai landasan kompetensi utama siswa abad 21. Salah satu dimensi kuncinya adalah kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah kompleks (Kemendikbudristek, 2022). Oleh karena itu, pendidikan abad 21 secara inheren mengharuskan siswa untuk aktif, reflektif, dan mampu mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan logis.

Pendidikan abad 21 tidak hanya menekankan pada pencapaian akademik, tetapi juga pada pengembangan potensi siswa secara holistik, termasuk kecakapan hidup, literasi digital, serta karakter yang sesuai dengan tuntutan zaman. Penulis memandang bahwa pendidikan abad 21 merupakan proses pembelajaran yang harus adaptif, kontekstual, dan memberdayakan siswa sebagai individu yang reflektif dan berdaya saing global.

b. Keterampilan 4C

Kerangka 4C meliputi empat keterampilan penting yaitu, 1) *Critical Thinking* merupakan kemampuan berpikir reflektif, logis, dan berbasis bukti dalam mengevaluasi informasi, menyusun argumen, serta membuat keputusan yang rasional. Menurut Thornhill-Miller et al.

(2023), berpikir kritis mencakup proses analisis argumen, evaluasi bukti, dan sintesis informasi dari berbagai sumber yang relevan. 2) *Creativity* merupakan kemampuan menghasilkan ide orisinal dan inovatif dalam menyelesaikan masalah. Kreativitas dalam pembelajaran penting untuk mendorong siswa melihat masalah dari berbagai perspektif dan menciptakan solusi yang tidak linier (UNESCO, 2021). 3) *Collaboration* merupakan kemampuan bekerja dalam tim, mendengarkan pendapat orang lain, menghargai keberagaman, serta menyelesaikan tugas secara kolektif. mengungkapkan bahwa pendekatan pembelajaran yang menekankan kerja kolaboratif berkontribusi positif terhadap pengembangan kemampuan interpersonal siswa serta menumbuhkan rasa tanggung jawab sosial dalam konteks pembelajaran (Khansa Labibah & Marsofiyati Marsofiyati, 2024). 4) *Communication* merupakan keterampilan untuk menyampaikan dan menerima informasi secara efektif, baik melalui bahasa lisan, tulisan, maupun pemanfaatan media digital. Kemampuan ini menjadi aspek penting dalam mendukung interaksi yang bermakna dalam berbagai konteks pembelajaran dan kehidupan sosial. Komunikasi yang baik diperlukan untuk menyampaikan gagasan ilmiah, bekerja dalam kelompok, serta menyampaikan pendapat secara argumentatif dalam diskusi kelas (Riswandani & Safrina, 2024).

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, penulis menyimpulkan bahwa keterampilan 4C merupakan fondasi utama dalam pembelajaran

yang relevan di era modern. Keempat keterampilan ini saling terintegrasi dan membentuk satu kesatuan kompetensi yang esensial dalam menyiapkan peserta didik untuk menghadapi berbagai persoalan secara kreatif dan bekerja sama dalam tim lintas disiplin dengan kemampuan komunikasi yang efektif.

c. Relevansi Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika

Keterampilan berpikir kritis memegang peran sentral dalam pembelajaran fisika, khususnya pada topik energi alternatif. Dalam konteks ini, peserta didik tidak hanya dituntut untuk memahami prinsip-prinsip fisika secara konseptual, tetapi juga diarahkan untuk menganalisis berbagai isu kontemporer, seperti krisis energi, peralihan menuju sumber energi terbarukan, serta implikasi yang ditimbulkannya terhadap lingkungan dan kehidupan sosial masyarakat (E. P. D. N. Sari & Admoko, 2023).

Topik energi alternatif memberikan peluang besar untuk mengintegrasikan pembelajaran berbasis masalah dan pendekatan kontekstual. Melalui konteks nyata tersebut, siswa terdorong untuk mengevaluasi solusi energi, mengkritisi kebijakan, dan menyusun argumen ilmiah berdasarkan data. Studi oleh Ardhi Saputri et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan strategi *scaffolding* dan simulasi interaktif seperti PhET pada topik energi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan retensi pemahaman siswa.

Keterampilan berpikir kritis juga berkaitan erat dengan penguasaan keterampilan ilmiah lain, seperti melakukan observasi, pengukuran, perbandingan, dan penyimpulan. Keterkaitan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran abad ke-21 perlu dirancang tidak hanya difokuskan pada capaian akhir, tetapi juga menekankan pentingnya proses berpikir dan pencarian makna secara mendalam.

2. Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan keterampilan fundamental dalam pendidikan abad ke-21, karena siswa tidak hanya dituntut untuk mengingat informasi, namun juga mampu menilai, mengevaluasi, dan mengolah informasi secara logis dan reflektif. Dwyer & Walsh (2020) menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan proses metakognitif yang melibatkan penilaian reflektif dan pengaturan diri, dengan tujuan mengembangkan keterampilan dalam menganalisis, mengevaluasi, serta menarik kesimpulan. Proses ini juga mencakup disposisi terhadap berpikir yang dapat meningkatkan kemungkinan menghasilkan kesimpulan logis terhadap suatu argumen atau solusi. R. H. Ennis (1985) menegaskan bahwa berpikir kritis mencakup proses berpikir rasional dan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan yang logis, baik dalam menilai argumen maupun dalam merumuskan tindakan. Pendapat tersebut diperkuat oleh Fitriani et al (2021), yang menyatakan bahwa berpikir kritis mencakup kemampuan untuk mencari informasi, mengajukan pertanyaan dan mengklarifikasi informasi, serta mengevaluasi pendapat berdasarkan bukti ilmiah untuk

membuat keputusan yang tepat. Dengan demikian, berpikir kritis bukan hanya sekadar keterampilan kognitif tingkat tinggi, tetapi juga mencakup tanggapan sikap intelektual seperti keterbukaan pikiran dan kesediaan untuk menunda penilaian.

Kemampuan berpikir kritis menjadi kunci dalam membentuk peserta didik yang adaptif dan reflektif. Ngatminiati et al. (2024) menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan satu dari empat kompetensi utama yang harus dimiliki oleh peserta didik di abad ke-21. Keterampilan ini memungkinkan siswa untuk memecahkan masalah, mengevaluasi berbagai perspektif, serta mengambil keputusan yang tepat dalam berbagai situasi kehidupan. Dalam pembelajaran IPA, berpikir kritis membantu siswa mengaitkan konsep ilmiah dengan fenomena kontekstual, membangun argumen berbasis data, serta menilai keabsahan suatu informasi (Zubaidah, 2016). Sejalan dengan itu, Kurikulum Merdeka menempatkan kemampuan bernalar kritis sebagai salah satu dimensi dalam Profil Pelajar Pancasila, yang mencerminkan kemampuan siswa dalam menganalisis informasi, mengevaluasi sudut pandang, dan mengambil keputusan berdasarkan prinsip logika dan nilai (Kemendikbudristek, 2022). Oleh karena itu, berpikir kritis menjadi kompetensi utama yang harus ditumbuhkan pada proses pembelajaran, tidak hanya sebagai capaian akhir, tetapi juga sebagai bagian dari proses belajar itu sendiri.

Pengukuran kemampuan berpikir kritis secara sistematis dapat dilakukan dengan mengacu pada indikator yang dikembangkan oleh, R. H.

Ennis (1985). Indikator tersebut meliputi lima aspek utama, yang ditampilkan dalam tabel 2.1

Tabel 2. 1 Indikator Berpikir Kritis Ennis

No	Indikator	Deskripsi
1	<i>Elementary Clarification</i>	Kemampuan mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan, serta mengklarifikasi makna pernyataan atau konsep.
2	<i>Basic Support</i>	Kemampuan memberikan alasan dan bukti yang mendukung suatu pendapat atau klaim.
3	<i>Inference</i>	Kemampuan menarik kesimpulan logis dari informasi atau data yang tersedia.
4	<i>Advanced Clarification</i>	Kemampuan menganalisis argumen kompleks dan menguji asumsi yang mendasari pernyataan atau gagasan.
5	<i>Strategy and Tactics</i>	Kemampuan memilih pendekatan atau strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah atau mengevaluasi klaim.

Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis umumnya memiliki karakteristik kognitif dan afektif tertentu. Secara kognitif, mereka mampu mengolah informasi secara logis, mengenali asumsi tersembunyi, serta menilai argumen dengan objektif (Anwar, 2023). Mereka juga cenderung bersikap reflektif, tidak terburu-buru dalam menarik kesimpulan, dan senantiasa mencari bukti untuk mendukung pendapatnya (Facione, 2011). Dari aspek afektif, siswa berpikir kritis memiliki rasa ingin tahu tinggi, bersikap terbuka terhadap ide-ide baru, serta bersedia mengubah pandangannya jika ditemukan bukti yang lebih valid (Widiyaningsih et al., 2024). Siswa seperti ini juga menunjukkan kemampuan mengelola emosi, memiliki kontrol diri dalam diskusi, serta mampu menunda penilaian hingga semua informasi dianalisis secara utuh (Kholid, 2024). Dalam pembelajaran IPA, siswa berpikir kritis akan aktif berdiskusi, menggunakan data untuk

menyusun argumen, dan menunjukkan ketekunan dalam menghadapi persoalan ilmiah yang kompleks (Mardikaningsih et al., 2024; Zubaidah, 2016). Kemampuan-kemampuan tersebut tidak terbentuk secara spontan, melainkan melalui proses belajar yang terstruktur, reflektif, dan didukung strategi pembelajaran seperti *scaffolding* konseptual yang dirancang secara adaptif (Diani et al., 2019).

Penulis memandang berpikir kritis sebagai kemampuan berpikir tingkat tinggi yang menggabungkan keterampilan kognitif dan sikap reflektif untuk menilai dan menyelesaikan masalah secara logis. Dalam konteks pembelajaran, berpikir kritis menjadi fondasi utama untuk membangun pengalaman belajar yang bermakna dan mendorong siswa menjadi pembelajar mandiri.

3. Model *Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning (PBL) merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan permasalahan autentik sebagai konteks bagi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah serta melatih kemampuan berpikir kritis untuk memperoleh pengetahuan baru (Yu & Zin, 2023). Pembelajaran ini menempatkan siswa sebagai pusat aktivitas belajar, yang secara aktif mencari solusi terhadap permasalahan nyata melalui kerja kelompok, diskusi, dan investigasi (Syamsidah & Suryani, 2018). PBL berpijak pada teori konstruktivisme sosial, yang menyatakan bahwa pengetahuan dikonstruksi oleh individu melalui interaksi sosial dan pengalaman (Salsabila & Muqowim, 2024).

Dalam konteks ini, peran guru bergeser menjadi fasilitator yang membimbing dan mendukung siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri dan bermakna (Arif Muadzin, 2021).

PBL memiliki karakteristik yang membedakan dengan model pembelajaran lain yaitu 1) pembelajaran berpusat pada siswa, 2) masalah autentik menjadi titik awal dan fokus utama dalam proses belajar, 3) informasi baru diperoleh melalui pembelajaran yang diarahkan secara mandiri, 4) kegiatan belajar berlangsung dalam kelompok kecil, dan 5) guru berperan sebagai fasilitator (Syamsidah & Suryani, 2018). Pendekatan ini mendorong terciptanya pembelajaran yang lebih bermakna dan kontekstual, karena siswa secara aktif terlibat dalam proses berpikir kritis untuk menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan kehidupan nyata mereka.

Ardianti et al. (2021) menyatakan sintaks pembelajaran PBL terdiri dari lima tahapan utama yang saling terhubung. Pertama, orientasi terhadap masalah, yaitu tahap di mana guru menyajikan masalah autentik yang kompleks dan menantang, yang berfungsi untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan keterlibatan siswa. Kedua, mengorganisasi peserta didik untuk belajar, di mana siswa mulai merumuskan tujuan belajar, membentuk kelompok, dan merancang rencana penyelidikan. Ketiga, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, yaitu proses investigasi aktif yang dilakukan siswa melalui pencarian informasi dari berbagai sumber, eksperimen, serta diskusi kolaboratif. Keempat, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, di mana siswa merumuskan solusi dan

menyajikannya dalam bentuk laporan, presentasi, atau produk lainnya. Kelima, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, yang merupakan tahap reflektif untuk menilai kualitas solusi dan efektivitas proses belajar yang telah dilalui.

Model PBL memiliki sejumlah keunggulan yang menjadikannya relevan dalam pembelajaran abad ke-21, khususnya dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis. Dengan terlibat secara aktif dalam proses penyelidikan dan diskusi, siswa dilatih untuk menganalisis permasalahan, mengkaji bukti, mengevaluasi alternatif, dan membuat keputusan berdasarkan pertimbangan logis (Facione, 2011). Penelitian Hariyani (2024) mengindikasikan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan aspek-aspek berpikir kritis seperti klarifikasi konsep, inferensi logis, dan strategi pemecahan masalah. Di samping itu, PBL juga memperkuat motivasi belajar siswa karena menyajikan tantangan yang relevan dan bermakna dalam kehidupan nyata (Arief & Sudin, 2016).

Model Problem Based Learning (PBL) memiliki sejumlah tantangan dalam penerapannya. Pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan ini membutuhkan durasi waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Keberhasilan implementasinya juga sangat bergantung pada kesiapan guru dalam merancang permasalahan yang bermakna dan memfasilitasi proses belajar secara optimal. (Lukitasari et al., 2019; Nasihah et al., 2024). Selain itu, siswa yang belum terbiasa belajar

secara mandiri atau yang memiliki pemahaman konseptual yang lemah seringkali mengalami kesulitan dalam mengikuti alur PBL secara optimal (Mulyadi & Ratnaningsih, 2022). Dalam kondisi seperti ini, siswa berisiko merasa bingung, kehilangan arah, atau hanya mengandalkan anggota kelompok lain yang lebih dominan. Oleh karena itu, dibutuhkan strategi pendukung seperti *scaffolding* konseptual, yaitu bantuan sementara yang diberikan untuk menjembatani kesenjangan antara tuntutan kognitif dan kemampuan aktual siswa (Wood et al., 1976). *Scaffolding* yang terintegrasi dalam PBL terbukti dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara bertahap dan berkelanjutan (Suryaningrum et al., 2024).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, penulis menyimpulkan bahwa PBL merupakan model pembelajaran yang efektif dalam menstimulasi keterampilan berpikir kritis, karena mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam penyelesaian masalah autentik yang dekat dengan kehidupan mereka. Penulis melihat PBL sebagai pendekatan yang mendukung pembelajaran bermakna, kolaboratif, dan kontekstual.

4. *Scaffolding* Konseptual

Konsep *scaffolding* dalam pembelajaran berakar dari teori konstruktivisme sosial yang dikemukakan oleh Lev S. Vygotsky, khususnya pada gagasan *Zone of Proximal Development (ZPD)*. L. S. Vygotsky (1978) menjelaskan ZPD sebagai selisih antara kemampuan aktual seorang individu yang tampak melalui penyelesaian tugas secara mandiri, dan

potensi perkembangan yang dapat dicapai dengan dukungan dari orang dewasa atau rekan sebaya yang lebih kompeten. Dalam kerangka ini, pembelajaran yang efektif terjadi ketika intervensi diberikan tepat dalam zona tersebut, sehingga bantuan yang diberikan mendorong siswa untuk mencapai tingkat perkembangan kognitif yang lebih tinggi (Khansa Labibah & Marsofiyati Marsofiyati, 2024). Dengan demikian, *scaffolding* diposisikan sebagai strategi bantu sementara yang secara strategis diberikan untuk menjembatani kesenjangan antara kemampuan awal dan potensi perkembangan siswa.

Istilah *scaffolding* sendiri pertama kali diperkenalkan secara eksplisit dalam konteks pendidikan oleh Wood, Bruner, dan Ross (1976). Mereka menjelaskan *scaffolding* sebagai dukungan eksternal yang diberikan oleh guru atau pihak lain dalam membantu siswa menyelesaikan tugas yang belum mampu diselesaikan secara mandiri. Bantuan ini bersifat sementara dan harus ditarik secara bertahap seiring meningkatnya pemahaman atau keterampilan siswa. Menurut Wood et al. (1976), strategi ini tidak hanya memfasilitasi keberhasilan tugas saat itu, tetapi juga membantu siswa menginternalisasi strategi pemecahan masalah yang dapat digunakan secara mandiri di masa depan. Dalam praktiknya, *scaffolding* mencakup berbagai bentuk dukungan seperti pengarahan, penyesuaian pertanyaan, penyediaan contoh, hingga penyederhanaan tugas (Petersen, 2022).

Klasifikasi *scaffolding* berkembang berdasarkan fokus dukungan yang diberikan, yaitu *scaffolding* kognitif, sosial, dan konseptual. *Scaffolding*

kognitif menekankan pada pemberian dukungan untuk membantu siswa memproses informasi dan memecahkan masalah, seperti mengarahkan strategi berpikir atau menyajikan kerangka logika (Wardani et al., 2023). *Scaffolding* sosial mengacu pada dukungan interaksi yang membangun motivasi, kepercayaan diri, dan rasa aman selama pembelajaran, seperti pemberian umpan balik positif atau penguatan verbal (Padilah & Novtria, 2023). Sementara itu, *scaffolding* konseptual berfokus pada pemberian bantuan berupa penjelasan, pertanyaan pemicu, atau representasi visual untuk membantu siswa memahami dan mengorganisasi konsep-konsep penting secara sistematis (Mustofa et al., 2023). *Scaffolding* konseptual inilah yang memiliki peran penting dalam pembelajaran berbasis sains dan pemecahan masalah karena mampu membantu siswa menghubungkan pengetahuan awal dengan pengetahuan baru secara bermakna (Rahmatiah et al., 2015).

Penerapan *scaffolding* konseptual dalam kelas membutuhkan tahapan yang terstruktur agar intervensi yang diberikan bersifat efektif dan tidak menyebabkan ketergantungan. Menurut (Ardiningtyas et al., 2024; Mananggal, 2022), tahapan *scaffolding* konseptual dimulai dari diagnosis kesenjangan pemahaman siswa, kemudian penyusunan strategi bantu yang sesuai dengan konteks dan kebutuhan, penyampaian dukungan secara eksplisit selama proses belajar, serta diakhiri dengan pengurangan bantuan secara bertahap seiring meningkatnya kemandirian siswa. Hal ini sejalan dengan prinsip fading, yaitu proses pelepasan bantuan ketika siswa telah

menunjukkan peningkatan pemahaman (Wood et al., 1976). Lebih lanjut, Wood, Bruner, dan Ross (1976) merinci enam tahapan *scaffolding* yang dilakukan tutor saat membantu siswa: 1) *Recruitment* yaitu menarik perhatian siswa pada tugas, 2) *Reduction in degrees of freedom* yaitu menyederhanakan kompleksitas tugas, 3) *Direction maintenance* yaitu menjaga siswa tetap fokus, 4) *Marking critical features* yaitu menyoroti aspek penting dalam tugas, 5) *Frustration control* yaitu membantu mengatasi kegagalan dan kebingungan, dan 6) *Demonstration* yaitu memberikan contoh atau model strategi penyelesaian masalah. Tahapan ini menjadi fondasi penting dalam merancang dukungan belajar yang efektif, bertahap, dan adaptif terhadap dinamika kelas. Di sisi lain, tahapan ini juga menuntut guru untuk secara aktif melakukan pemantauan dan refleksi terhadap respons siswa, sehingga *scaffolding* yang diberikan tetap adaptif dan kontekstual (Adinda et al., 2024)

Integrasi *scaffolding* konseptual ke dalam model *Problem Based Learning* (PBL) menjadi pendekatan yang sangat strategis dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa. PBL, yang menempatkan siswa dalam situasi pemecahan masalah otentik, menuntut adanya dukungan konseptual yang terarah agar siswa tidak mengalami kebingungan atau kesalahan konseptual selama proses eksplorasi (Shafarina et al., 2024). Melalui *scaffolding* konseptual, guru dapat membantu siswa mengidentifikasi informasi penting, memformulasi hipotesis, menganalisis data, serta mengorganisasi solusi secara sistematis. Hal ini terbukti efektif

dalam mendukung transfer pemahaman, peningkatan retensi, dan kemampuan evaluatif siswa dalam memecahkan masalah kompleks (Diani et al., 2019). Dalam kerangka kurikulum merdeka, yang mendorong pembelajaran berdiferensiasi dan berpihak pada kebutuhan siswa, integrasi *scaffolding* konseptual dalam PBL juga mencerminkan prinsip pembelajaran yang menyesuaikan dukungan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa secara individual (Kemendikbudristek, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, penulis memandang *scaffolding* konseptual sebagai strategi yang esensial untuk mendukung pemahaman siswa secara bertahap, terutama dalam menghadapi tugas yang kompleks. Dukungan ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep, tetapi juga memperkuat proses berpikir kritis dan pengambilan keputusan yang logis selama proses pembelajaran.

5. Pembelajaran Energi Alternatif di SMA

Materi energi alternatif merupakan bagian penting dalam kurikulum Fisika kelas X SMA yang tercantum dalam Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka untuk fase E (Sarihaji & Nopriyanti, 2022). Dalam kurikulum tersebut, siswa diharapkan dapat memahami berbagai bentuk energi dan perubahan energi, termasuk pengenalan terhadap sumber-sumber energi alternatif seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi (Sarihaji & Nopriyanti, 2022). Energi alternatif diajarkan sebagai bagian dari kesadaran akan keterbatasan sumber energi fosil dan pentingnya transisi menuju energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Pembelajaran ini tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga memiliki dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang saling terintegrasi (Puspita, 2024).

Tujuan pembelajaran energi alternatif dalam konteks pendidikan menengah adalah membekali siswa dengan pemahaman ilmiah mengenai prinsip kerja berbagai sumber energi terbarukan, serta menumbuhkan kesadaran akan peran mereka dalam mendukung keberlanjutan energi di masa depan. Menurut Yudhis et al. (2024), menjelaskan bahwa pembelajaran topik ini dirancang untuk melatih kemampuan siswa dalam menganalisis efisiensi serta dampak lingkungan dari berbagai jenis energi, sekaligus membangun keterampilan mengambil keputusan berbasis data dan argumen ilmiah. Materi energi alternatif menjadi sarana yang tepat untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi sains yang relevan dengan konteks kehidupan nyata.

Pelaksanaan pembelajaran energi alternatif di lapangan belum sepenuhnya optimal. Banyak guru masih menyampaikan materi ini secara prosedural dan berbasis hafalan, tanpa melibatkan siswa dalam proses eksploratif. Penelitian Diani et al. (2019) menunjukkan bahwa banyak guru menyampaikan topik ini hanya sebatas mendeskripsikan jenis-jenis energi alternatif dan contoh penggunaannya tanpa melibatkan siswa dalam eksplorasi konsep atau pengambilan keputusan berbasis data. Pembelajaran menjadi kurang bermakna karena tidak menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan situasi kehidupan nyata yang sedang dihadapi siswa, seperti

krisis energi atau isu lingkungan di sekitar mereka (Ikhsan et al., 2025). Hal ini diperkuat oleh temuan dari Suryaningrum & Fiana (2024) yang menyatakan bahwa pendekatan yang terlalu berpusat pada guru (*teacher-centered*) membuat siswa hanya menjadi penerima informasi pasif, sehingga potensi berpikir kritis mereka tidak berkembang secara optimal. Dengan kata lain, topik yang seharusnya membentuk kesadaran kritis dan reflektif siswa terhadap isu energi dan keberlanjutan malah diajarkan secara linier dan prosedural.

Tantangan pembelajaran tersebut menuntut adanya pendekatan yang menjadikan siswa sebagai subjek aktif dalam proses memahami dan menyelesaikan persoalan energi. *Problem Based Learning* (PBL) menjadi salah satu pilihan yang relevan karena memungkinkan siswa menyelidiki isu energi alternatif dalam konteks dunia nyata melalui kerja kolaboratif dan reflektif. Efektivitas PBL sangat bergantung pada kemampuan siswa dalam memahami konsep dasar dan mengelola informasi secara mandiri, yang sering kali menjadi kendala di lapangan (Diani et al., 2019). Oleh karena itu, integrasi *scaffolding* konseptual ke dalam PBL menjadi strategi yang krusial. *Scaffolding* konseptual dapat membantu siswa dalam memetakan masalah, mengidentifikasi informasi relevan, serta menyusun argumen dan solusi secara logis. Studi oleh Mardikaningsih et al. (2024) menunjukkan bahwa pemberian *scaffolding* dalam PBL tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep siswa, tetapi juga memperkuat keterampilan analisis dan inferensi mereka selama proses pemecahan masalah. Dengan demikian,

penggabungan antara *scaffolding* konseptual dan PBL pada materi energi alternatif menjadi upaya strategis untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konseptual secara seimbang dalam pembelajaran Fisika.

Penulis berpendapat bahwa pembelajaran energi alternatif harus disajikan secara kontekstual dan investigatif, agar siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga menyadari relevansinya terhadap isu lingkungan dan keberlanjutan. Hal ini penting untuk membentuk generasi yang tidak hanya cakap secara akademik, tetapi juga memiliki kesadaran kritis terhadap tantangan global.

B. Penelitian yang Relevan

Sejumlah penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa penggunaan *scaffolding*, baik secara konseptual maupun metakognitif, terbukti berperan penting dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian oleh Mansyur & Nugraha (2021) berjudul “Pembelajaran *Metacognitive Scaffolding* sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah” menunjukkan bahwa pendekatan *scaffolding* metakognitif memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa, khususnya dalam menyelesaikan persoalan matematis. Temuan ini menegaskan perlunya dukungan terstruktur di fase awal pembelajaran, sejalan dengan prinsip dasar *scaffolding* konseptual yang menjadi landasan pendekatan dalam penelitian ini.

Penelitian Mahbubah et al., (2024) dalam penelitian berjudul “*Improving Junior High School Students’ Critical Thinking Through Scaffolding Method on Heat Concept*” membuktikan bahwa penerapan *scaffolding* dalam pembelajaran IPA pada konsep kalor mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan dengan N-gain sebesar 0,73 dalam kategori tinggi. Temuan ini relevan karena menunjukkan keberhasilan *scaffolding* pada materi sains yang juga bersifat konseptual seperti energi alternatif, serta menggunakan indikator berpikir kritis yang sejalan dengan indikator Ennis yang digunakan dalam penelitian ini.

Studi kasus dari Susanti, Zainal Abidin, (2021) dalam artikel “Analisis Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP/MTs Melalui Penerapan Strategi *Scaffolding*”. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *scaffolding* secara bertahap dan personal mampu membantu siswa yang awalnya berada pada kategori sangat rendah dalam berpikir kritis menuju kategori yang lebih tinggi, yaitu rendah hingga sedang. Hal ini memperkuat pentingnya *scaffolding* sebagai alat bantu siswa memahami konsep yang belum sepenuhnya mereka kuasai, terutama dalam konteks pembelajaran berbasis masalah seperti dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Tazkia & Siswono (2023) berjudul “*Scaffolding to Help Middle School Students’ Critical Thinking Skill in Solving Social Arithmetics Problem*” menekankan efektivitas *scaffolding* Anghileri level 2 (*explaining, reviewing, restructuring*) dalam membantu siswa mengatasi kegagalan berpikir kritis, terutama pada aspek interpretasi dan inferensi.

Meskipun konteksnya pada aritmatika sosial, strategi yang digunakan sejalan dengan pendekatan *scaffolding* konseptual yang juga menekankan bantuan bertahap dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan.

Penelitian terkini oleh Mardikaningsih et al. (2024) yang berjudul “*Qualitative and Quantitative Study on Students’ Critical Thinking of Conceptual E-Scaffolding in Blended Learning Context*” menemukan bahwa penggunaan *conceptual e-scaffolding* dalam model Problem Based Learning (PBL) terbukti lebih efektif dibanding pembelajaran konvensional dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada materi optika. Penelitian ini sangat relevan karena tidak hanya menekankan aspek *scaffolding* konseptual, tetapi juga menggabungkannya dengan pendekatan PBL dalam konteks pembelajaran IPA, sebagaimana fokus penelitian skripsi ini pada materi energi alternatif.

Merujuk pada berbagai hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *scaffolding* konseptual, baik dalam bentuk tatap muka maupun elektronik, sangat mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini memperkuat dasar teoritis dan empiris bagi penelitian ini yang mengintegrasikan *scaffolding* konseptual dalam model *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi energi alternatif

C. Kerangka Berfikir

Perubahan paradigma pendidikan abad ke-21 menekankan pentingnya pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, diantaranya berpikir kritis,

sebagai bekal utama dalam menghadapi kompleksitas kehidupan global. Berpikir kritis dalam pendidikan IPA diperlukan agar siswa tidak hanya menguasai konsep-konsep ilmiah secara faktual, tetapi juga mampu mengevaluasi informasi, menyelesaikan persoalan, serta membuat keputusan yang logis dan berbasis bukti. Hasil asesmen seperti PISA menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih tergolong rendah, mencerminkan adanya kesenjangan antara tuntutan kurikulum dengan pelaksanaan pembelajaran di kelas .

Penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa salah satunya karena model pembelajaran yang masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru (*teacher-centered*). Pendekatan semacam ini cenderung membatasi kesempatan bagi siswa untuk melakukan eksplorasi masalah secara mandiri dan merefleksikan pemahamannya secara mendalam. Hal ini juga terjadi dalam pembelajaran materi energi alternatif, di mana guru cenderung menyampaikan informasi secara prosedural tanpa memberi kesempatan kepada siswa untuk berpikir kritis terhadap isu energi dalam kehidupan nyata. Padahal, topik energi alternatif memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam konteks problematik dan kontekstual, mengingat isu keberlanjutan energi merupakan persoalan global yang membutuhkan kesadaran ilmiah dan analisis kritis sejak dini.

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang relevan untuk merespons tantangan ini karena menstimulasi siswa melalui pemecahan masalah nyata secara kolaboratif, reflektif, dan investigatif. Proses

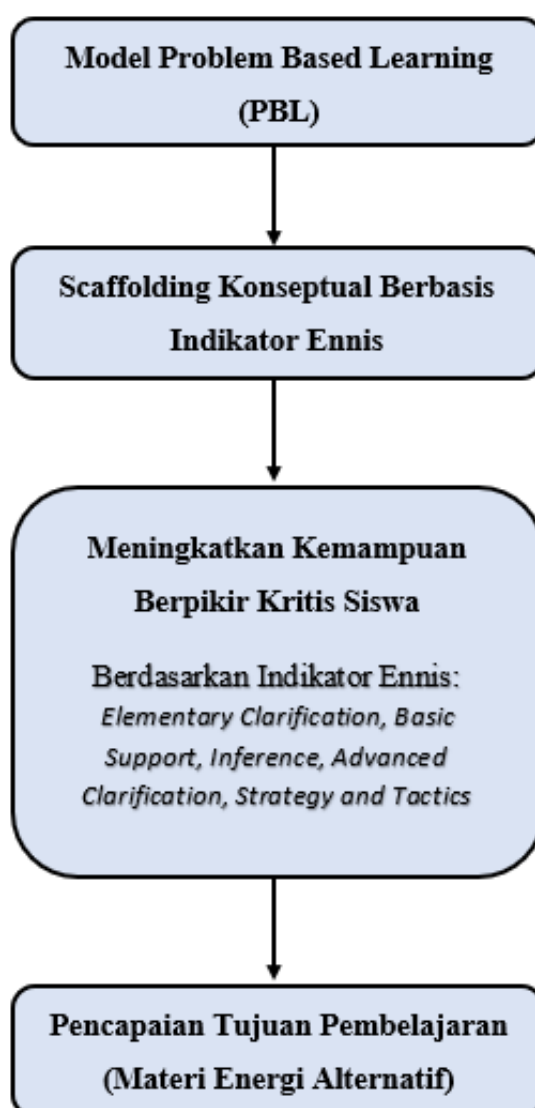
dalam PBL mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, mencari dan menganalisis informasi, serta menyusun solusi berdasarkan data dan argumen rasional. Penerapan PBL secara optimal memerlukan dukungan tambahan, terutama bagi siswa yang belum memiliki kesiapan belajar mandiri atau pemahaman konseptual yang memadai.

Scaffolding konseptual menjadi strategi pendukung yang penting dalam implementasi PBL, khususnya dalam pembelajaran IPA. *Scaffolding* konseptual merupakan bantuan sementara berupa penjelasan, pertanyaan pemicu, atau representasi visual yang bertujuan membantu siswa memahami konsep secara lebih terstruktur dan sistematis. Pemberian *scaffolding* dilakukan secara bertahap sesuai dengan zona perkembangan proksimal siswa, dan ditarik secara perlahan seiring meningkatnya kemampuan siswa dalam memahami dan memecahkan masalah. Dalam konteks pembelajaran fisika di SMA, penggunaan *scaffolding* yang disesuaikan dengan indikator berpikir kritis seperti klarifikasi sederhana (*elementary clarification*), dukungan dasar (*basic support*), inferensi, klarifikasi lanjutan (*advanced clarification*), dan pengaturan strategi (*strategy and tactics*) memungkinkan guru untuk membimbing siswa secara sistematis dalam membangun keterampilan berpikir kritis.

Hubungan antar variabel dalam penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *scaffolding* konseptual dalam model PBL pada materi energi alternatif diharapkan dapat memberikan dukungan yang tepat kepada siswa dalam memahami konsep, menganalisis informasi, serta menyusun solusi berbasis bukti secara mandiri. Kombinasi ini diharapkan mampu meningkatkan seluruh

aspek berpikir kritis sebagaimana diukur melalui lima indikator, yaitu *Elementary Clarification*, *Basic Support*, *Inference*, *Advanced Clarification*, dan *Strategy and Tactics*. Dengan desain ini, hasil akhir yang diharapkan adalah meningkatnya kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA Negeri 1 Jiwan setelah mengikuti pembelajaran berbasis PBL dengan scaffolding konseptual

Alur keterkaitan antar komponen tersebut dapat digambarkan secara visual melalui gambar 2. 1 kerangka berpikir berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. H_0 (Hipotesis nol): Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan *scaffolding* konseptual berbasis PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.
2. H_1 (Hipotesis alternatif): Terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan *scaffolding* konseptual berbasis PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.