

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan komponen fundamental yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Setiap aktivitas manusia membutuhkan energi sebagai penggeraknya, mulai dari kegiatan sehari-hari hingga operasi industri berskala besar. Energi secara umum didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Menurut Halliday, Resnick, dan Walker (2013), energi adalah besaran fisis yang dapat berpindah dari satu benda ke benda lain, serta dapat berubah bentuk dari satu jenis ke jenis lainnya, namun tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan sesuai dengan hukum kekekalan energi. *International Energy Agency* (IEA, 2019) mendefinisikan energi sebagai *input* fundamental yang diperlukan untuk menjalankan hampir seluruh aktivitas manusia, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, *Encyclopaedia Britannica* (2024) menjelaskan energi sebagai konsep inti dalam fisika yang mencakup berbagai bentuk seperti energi kinetik, potensial, panas, listrik, kimia, dan nuklir, yang semuanya dapat saling dikonversi dalam suatu sistem. Dengan demikian, energi bukan hanya sekadar konsep fisika, tetapi juga merupakan faktor kunci yang menopang kehidupan modern serta pembangunan masyarakat di seluruh dunia.

Berkaitan dengan pentingnya energi dalam kehidupan, tingkat konsumsi dan ketersediaan energi menjadi perhatian. Konsumsi energi global telah mengalami peningkatan yang signifikan selama beberapa dekade, didorong oleh pertumbuhan ekonomi dan globalisasi. Tren saat ini menunjukkan interaksi yang kompleks antara sumber energi, pola konsumsi, dan dampak lingkungan. Sejak Perang Dunia II, konsumsi energi primer global telah meningkat menjadi sekitar 131 juta gigawatt jam, dengan fluktuasi yang signifikan selama krisis ekonomi (Lippelt & Sindram, 2011). Dalam konteks penggunaan energi di Indonesia, tren penggunaan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2015,

konsumsi energi listrik di Indonesia sebesar 910 kWh/kapita kemudian tahun 2023 meningkat pesat menjadi 1285 kWh/kapita (Kementerian ESDM, 2024).

Meskipun konsumsi energi terus meningkat baik secara global maupun lokal, tantangan besar muncul seiring dengan berkurangnya cadangan sumber energi fosil yang selama ini mendominasi penyediaan energi tersebut. Sumber energi fosil seperti minyak bumi, batubara, dan gas alam yang selama ini menjadi tulang punggung kebutuhan energi global dan lokal semakin menipis. Cadangan minyak, batubara, dan gas akan habis dalam waktu masing-masing sekitar 35, 107, dan 37 tahun (Shafiee & Topal, 2009). Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim. Emisi gas rumah kaca antropogenik telah meningkat sejak era pra-industri, didorong sebagian besar oleh pertumbuhan ekonomi dan populasi, dan sekarang lebih tinggi dari sebelumnya (IPCC, 2014). Bagi manusia, polusi udara yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak serius pada kesehatan masyarakat. Menurut data WHO (2018), terdapat 9 dari 10 orang menghirup udara yang mengandung tingkat polutan tinggi.

Akibat menipisnya sumber energi fosil dan dampak negatifnya terhadap lingkungan, pengembangan energi alternatif menjadi semakin mendesak. Energi alternatif merujuk pada energi yang bersumber dari selain energi konvensional, yang melibatkan pembakaran bahan bakar fosil yang tidak terbarukan seperti minyak atau batu bara. Energi alternatif muncul dan diterapkan sebagai respons terhadap kebutuhan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di seluruh dunia dan untuk mengadopsi praktik yang lebih ramah lingkungan. Adapun contoh energi alternatif adalah energi surya, energi nuklir dan lainnya. Transisi ke energi alternatif yang lebih bersih dapat secara signifikan meningkatkan kualitas udara dan kesehatan publik. Selain itu, sektor energi terbarukan mempekerjakan 11,5 juta orang secara global pada 2019 (IRENA, 2020). Investasi dalam energi alternatif tidak hanya mengatasi masalah lingkungan tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi dan penciptaan lapangan kerja.

Energi alternatif menjadi kunci untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Kebutuhan akan energi alternatif semakin meningkat seiring

berjalannya waktu, sehingga diperlukan upaya global yang terkoordinasi untuk mempercepat transisi menuju sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal ini berguna untuk menjamin masa depan energi yang aman dan berkelanjutan bagi generasi mendatang. Upaya tersebut salah satunya dapat dilakukan melalui pendidikan.

Pendidikan membantu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya energi alternatif dan dampak lingkungan dari sumber energi konvensional. Pendidikan adalah alat paling kuat untuk mengubah sikap dan perilaku terkait perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2017). Program pendidikan energi di sekolah dapat secara efektif meningkatkan pengetahuan peserta didik tentang energi dan mengubah perilaku hemat energi mereka dan keluarga mereka (Zografakis dkk., 2008). Memasukkan konsep energi terbarukan dalam kurikulum sekolah adalah langkah penting dalam mempersiapkan peserta didik untuk masa depan energi yang berkelanjutan. Dengan demikian, pendidikan menjadi komponen integral dalam upaya mencapai adopsi energi alternatif yang lebih luas dan berkelanjutan.

Isu energi alternatif merupakan masalah yang sangat kompleks karena melibatkan berbagai aspek yang saling berkaitan, seperti teknologi, ekonomi, lingkungan, sosial, dan politik. Keterkaitan antar faktor sangat jelas terlihat, mulai dari ketersediaan dan keberlanjutan sumber daya, perkembangan teknologi konversi dan penyimpanan energi, biaya produksi dan distribusi, kebijakan pemerintah, hingga penerimaan sosial dan dampak lingkungannya. Sejalan dengan itu, Meadows (2008) menekankan bahwa sistem energi terdiri dari sumber daya, teknologi, ekonomi, dan institusi yang saling terhubung serta saling memengaruhi satu sama lain. Kompleksitas ini menuntut adanya pendekatan holistik yang dapat diwujudkan melalui kemampuan berpikir sistem. Berpikir sistem diperlukan karena isu energi tidak dapat dipahami secara parsial, melainkan harus dilihat sebagai suatu sistem yang saling terkait antara aspek teknologi, ekonomi, lingkungan, sosial, dan politik. OECD (2018) menegaskan bahwa berpikir sistem mampu menghasilkan solusi inovatif untuk permasalahan lintas bidang yang bersifat kompleks. Pendekatan ini menyediakan kerangka kerja untuk mengintegrasikan pengetahuan

lintas disiplin yang diperlukan dalam memahami dan mengelola sistem kompleks (Newell, 2012).

Kemampuan berpikir sistem adalah keterampilan kognitif untuk memahami suatu fenomena atau permasalahan secara menyeluruh (holistik) dengan melihat bagaimana berbagai komponen saling berhubungan, saling memengaruhi, dan membentuk suatu sistem yang dinamis. Berpikir sistem adalah sekumpulan keterampilan sinergis yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan mengidentifikasi dan memahami sistem, memprediksi perilaku mereka, dan merancang modifikasi untuk menghasilkan efek yang diinginkan (Arnold dan Wade, 2015). Berpikir sistem menekankan pemahaman secara keseluruhan dengan melihat interkoneksi antar komponen dalam suatu sistem, bukan sekadar memahami bagian-bagiannya saja. Perubahan dalam satu aspek sistem dapat memiliki konsekuensi tidak langsung di bagian lain sistem. Pemahaman umpan balik dan konsekuensi tidak langsung yang sering terabaikan dalam pemikiran linier dapat dicapai melalui pendekatan berpikir sistem (Richmond, 1993).

Pada konteks pendidikan, berpikir sistem diperlukan agar peserta didik mampu memahami suatu fenomena secara utuh, melihat keterkaitan antar komponen, serta menelaah dampak jangka panjang dari suatu keputusan atau tindakan. Pengalaman belajar yang berorientasi pada berpikir sistem mendorong peserta didik untuk menganalisis masalah kompleks dari berbagai sudut pandang, menghubungkan konsep lintas disiplin, dan membangun kerangka pemahaman yang lebih holistik. Meskipun berpikir sistem sangat penting dalam mengatasi permasalahan kompleks, namun kemampuan berpikir sistem peserta didik masih perlu ditingkatkan. Penelitian dari berbagai negara menunjukkan bahwa kemampuan berpikir sistem peserta didik umumnya berada dalam kondisi yang kurang memuaskan. Penelitian menunjukkan bahwa orang dewasa berpendidikan tinggi memiliki kemampuan berpikir sistem yang rendah (Booth Sweeney dan Sterman, 2000; Dörner, 1980; Sterman, 1994). Peserta didik sering kesulitan memahami kompleksitas sistem, bahkan peserta didik dengan latar belakang matematika dan sains yang kuat sering gagal mengidentifikasi umpan balik, penundaan, dan akumulasi dalam sistem sederhana (Booth Sweeney dan Sterman,

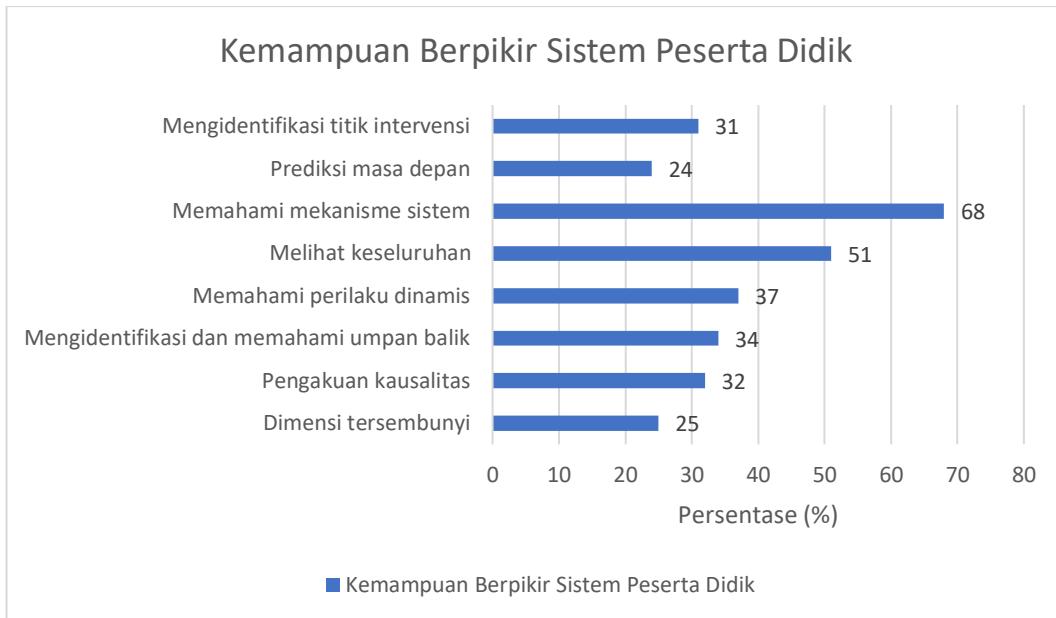
2007). Banyak peserta didik cenderung berpikir secara linier daripada sistemik. Mereka sering kesulitan mengidentifikasi hubungan antar komponen dalam sistem dan mengalami kesulitan signifikan dalam mengidentifikasi hubungan tersembunyi dan siklus dalam sistem (Assaraf dan Orion, 2005).

Peserta didik sering kesulitan memprediksi bagaimana perilaku sistem akan berubah seiring waktu. Mereka lebih sering memperhatikan tampilan luar sistem daripada cara kerjanya yang mendasar dan kesulitan menyatukan berbagai komponen sistem menjadi sebuah gambaran yang utuh (Ben-Zvi Assaraf dan Orion, 2010; Hmelo-Silver dan Pfeffer, 2004). Selain itu, peserta didik juga kesulitan menerapkan pemahaman mereka tentang sistem dalam situasi yang berbeda, dan kemampuan mereka seringkali hanya terbatas pada situasi yang sudah mereka kenal (Plate, 2010). Salah satu tantangan terbesar adalah membantu peserta didik memahami bagaimana suatu sistem berhubungan dengan lingkungan sekitarnya (Senge dkk., 2012).

Di Indonesia, tingkat kemampuan berpikir sistem peserta didik masih tergolong rendah (Nuraeni dkk., 2020). Berpikir sistem erat kaitannya dengan kemampuan memecahkan masalah kompleks, namun peserta didik Indonesia kerap mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal yang memerlukan analisis mendalam dan pemahaman konseptual (Sari dkk., 2017). Penelitian Resti Nuraeni dkk. (2019) juga memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa kemampuan berpikir sistem peserta didik masih berada pada level rendah, yang mencerminkan keterbatasan mereka dalam melihat dan memahami suatu sistem secara menyeluruh. Salah satu aspek penting berpikir sistem adalah memahami interkoneksi antar elemen, namun Puspitasari dkk. (2019) menemukan bahwa peserta didik cenderung memandang masalah secara terisolasi dan mengalami kesulitan dalam menghubungkan berbagai konsep dalam sains. Kondisi ini tidak terlepas dari kurikulum dan praktik pembelajaran di Indonesia yang, menurut Rahayu dkk. (2018), masih kurang menekankan pendekatan sistem dalam pembelajaran sains dan matematika.

Hal ini sejalan dengan studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada salah satu sekolah di Kabupaten Bandung Barat melalui pemberian tes kemampuan

berpikir sistem yang menunjukkan kemampuan berpikir sistem peserta didik masih rendah. Disajikan hasil studi pendahuluan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Profil Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik

Berdasarkan Gambar 1.1, kemampuan berpikir sistem peserta didik menunjukkan variasi pada setiap indikator. Capaian tertinggi terlihat pada aspek memahami mekanisme sistem (68%) dan melihat keseluruhan (51%), yang mengindikasikan bahwa peserta didik relatif mampu memahami cara kerja suatu sistem secara menyeluruh serta mengidentifikasi keterkaitan antar komponen di dalamnya. Namun demikian, capaian terendah terdapat pada aspek prediksi masa depan (24%) dan dimensi tersembunyi (25%), sehingga dapat disimpulkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memprediksi konsekuensi jangka panjang suatu sistem maupun mengenali faktor-faktor yang tidak tampak secara eksplisit tetapi memengaruhi dinamika sistem. Secara keseluruhan, kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir sistem peserta didik masih tergolong rendah.

Hal ini tentu ada hubungannya dengan peran guru di kelas. Banyak guru di Indonesia masih kesulitan dalam melatihkan dan menilai keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk aspek-aspek berpikir sistem (Retnawati, 2018). Kondisi ini

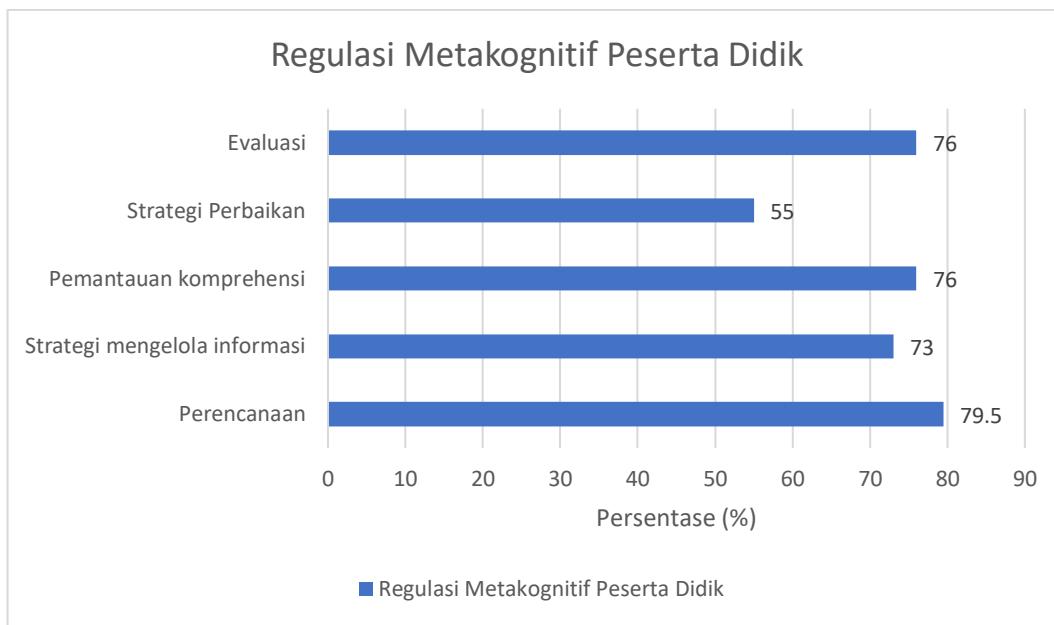
menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir sistem masih menjadi tantangan besar dalam pendidikan. Hal tersebut masih dapat ditingkatkan kembali dengan melatihkan kemampuan berpikir sistem melalui model, strategi dan pendekatan pembelajaran yang mampu memberdayakan kemampuan berpikir sistem.

Selain kemampuan berpikir sistem, permasalahan kompleks yang melibatkan antar disiplin ilmu juga membutuhkan kemampuan regulasi metakognitif. Dengan regulasi metakognitif yang baik, seseorang tidak hanya mampu memahami informasi yang kompleks, tetapi juga dapat menyesuaikan strategi sesuai dengan tuntutan permasalahan energi alternatif yang sedang dihadapi. Regulasi metakognitif adalah kemampuan seseorang untuk mengatur, mengendalikan, dan mengawasi proses berpikir serta belajarnya sendiri agar tujuan pembelajaran tercapai secara optimal. Regulasi metakognitif memungkinkan individu untuk memantau, mengevaluasi, dan menyesuaikan proses kognitif mereka ketika dihadapkan pada permasalahan yang kompleks (Jeronen dkk., 2016; Panchu dkk., 2016; Tanner, 2012). Pendekatan ini menumbuhkan pemahaman dan keterlibatan yang lebih dalam, yang mengarah ke solusi yang lebih efektif. Schraw (1998) mengemukakan bahwa regulasi kognisi yang dalam ruang lingkup metakognitif mengacu pada serangkaian kegiatan yang membantu mengontrol seseorang dalam proses belajar mereka. Penerapan regulasi metakognitif dalam proses pengambilan keputusan menunjukkan potensi mereka untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan.

Regulasi metakognitif membantu peserta didik menjadi lebih sadar akan langkah-langkah berpikir yang dilakukan, mengenali kesulitan yang dihadapi, serta mampu memperbaiki strategi agar lebih efektif. Pengalaman belajar yang menuntut kemandirian, refleksi, dan kolaborasi terbukti mampu melatihkan keterampilan regulasi metakognitif ini. Regulasi metakognitif melibatkan penetapan tujuan pembelajaran, pemantauan kemajuan, dan penyesuaian strategi belajar untuk mencapai tujuan. Peserta didik mengembangkan keterampilan dalam mengidentifikasi apa yang mereka ketahui dan apa yang perlu mereka pelajari, yang sangat penting untuk memahami kompleksitas sistem (Venkatachary & Kumar,

2005). Namun demikian, banyak peserta didik menunjukkan keterampilan regulasi metakognitif yang tidak memadai, yang dapat menghambat hasil belajar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kondisi regulasi metakognitif peserta didik masih rendah. Peserta didik umumnya tidak terlibat secara mendalam dengan proses metakognitifnya (Backer dkk., 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Heswandi (2013), menunjukkan bahwa peserta didik masih kesulitan menguasai strategi belajar yang efektif. Mereka belum terbiasa menghubungkan pengetahuan lama dengan yang baru, merencanakan pembelajaran, atau mengevaluasi pemahaman mereka. Akibatnya, prestasi belajar mereka cenderung rendah. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Wicaksono (2013), yang menyatakan bahwa regulasi metakognitif peserta didik masih rendah.

Hal ini sejalan dengan studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada salah satu sekolah di Kabupaten Bandung Barat melalui pemberian kuesioner regulasi metakognitif yang menunjukkan kondisi regulasi metakognitif peserta didik masih rendah. Disajikan hasil studi pendahuluan regulasi metakognitif peserta didik pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Profil Regulasi Metakognitif Peserta Didik

Berdasarkan Gambar 1.2, regulasi metakognitif peserta didik menunjukkan adanya variasi capaian pada setiap indikator. Aspek dengan persentase tertinggi

terdapat pada perencanaan (79,5%), diikuti oleh evaluasi (76%), pemantauan komprehensi/pemahaman (76%), dan strategi mengelola informasi (73%), yang mengindikasikan bahwa peserta didik relatif mampu merancang langkah-langkah pembelajaran, mengevaluasi capaian, serta memantau pemahaman dan mengelola informasi yang diperoleh. Namun demikian, capaian terendah ditunjukkan pada aspek strategi perbaikan (55%), yang menunjukkan bahwa peserta didik masih kesulitan mengembangkan alternatif penyelesaian ketika menghadapi hambatan dalam proses belajar. Secara keseluruhan, hasil ini memperlihatkan bahwa regulasi metakognitif peserta didik belum berkembang secara optimal; meskipun mereka mampu merencanakan dan memantau pembelajarannya, keterampilan dalam melakukan penyesuaian strategi serta perbaikan masih perlu ditingkatkan agar proses belajar berlangsung lebih efektif.

Sehubungan dengan rendah dan belum optimalnya kondisi kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif yang dimiliki peserta didik, maka diperlukannya solusi konkret untuk mengurangi kesenjangan tersebut. Solusi yang dapat diterapkan adalah menggunakan model pembelajaran yang tepat. Salah satu model pembelajaran yang dapat membekali kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). PBL adalah model pembelajaran kolaboratif yang menekankan keterlibatan aktif dan kerja kelompok kooperatif untuk memecahkan masalah dunia nyata. Keterampilan tersebut sangat penting untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan dunia nyata dan seringkali kurang berkembang dalam pembelajaran (Hung & Amida, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rahayu, dkk., (2022), implementasi PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik. PBL adalah model pedagogis yang memperkuat banyak konsep dasar pemikiran sistem (Nagarajan, 2019). Selain itu, PBL dapat meningkatkan kemampuan metakognitif peserta didik (Anindita, dkk., 2023). Penelitian yang dilakukan Cipto, dkk. (2021) menunjukkan regulasi metakognitif peserta didik meningkat setelah diberikan model PBL. PBL memupuk strategi metakognitif yang membantu Peserta didik merencanakan, memantau, dan

mengevaluasi proses pemecahan masalah mereka, yang mengarah pada peningkatan hasil belajar (Santiago dkk., 2024).

Peningkatan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik diharapkan dapat lebih baik melalui model PBL dibantu dengan adanya *Mind Map*. *Mind Map* adalah alternatif pemikiran keseluruhan otak terhadap pemikiran linier. *Mind Map* menggapai ke segala arah dan menangkap berbagai pikiran dari segala sudut (Michalko, 2001). *Mind Map* adalah alat visual dan kognitif yang dirancang untuk mengatur informasi di sekitar konsep sentral, memfasilitasi pembelajaran dan pemahaman. *Mind Map* dikembangkan oleh Tony Buzan pada 1970-an yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dengan menghubungkan konsep-konsep kunci melalui gambar, garis, dan simbol, sehingga melibatkan belahan otak kanan dan kiri. Metode ini telah terbukti meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik secara keseluruhan di berbagai konteks pendidikan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa representasi visual seperti diagram kausal, model stok-aliran, dan *mind map* membantu peserta didik memahami komponen sistem, hubungan sebab-akibat, serta memprediksi perilaku sistem (Bozkurt, 2011). *Mind map* terbukti efektif meningkatkan hasil belajar (Akanbi, 2020), mendukung pemikiran sistem melalui visualisasi masalah kompleks beserta keterkaitannya (OTRÍSAL et al., 2024; Saqui-Sannes et al., 2022), sekaligus menumbuhkan keterampilan metakognitif dengan mendorong peserta didik mengkategorikan informasi, menemukan hubungan baru, dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah (Ding, 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan *mind map* pada calon guru sains mampu meningkatkan keterampilan metakognitif secara signifikan (Astriani dkk., 2020). Oleh karena itu, kombinasi model PBL dengan *mind map* dipandang potensial untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik dalam menghadapi permasalahan yang kompleks.

Dalam konteks *Problem Based Learning* (PBL), *mind map* tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga menjadi bagian integral dari proses pembelajaran itu sendiri. Pada tahap awal, *mind map* membantu peserta

didik mengorganisasi pengetahuan awal dan memetakan hubungan antar konsep yang relevan dengan masalah yang dihadapi. Selama proses eksplorasi dan diskusi, *mind map* berperan sebagai representasi visual bersama yang memfasilitasi kolaborasi, sehingga ide-ide dari berbagai anggota kelompok dapat dihubungkan secara sistematis. Lebih jauh, pada tahap refleksi dan evaluasi, *mind map* digunakan untuk meninjau kembali alur pemecahan masalah, menilai strategi yang telah dijalankan, sekaligus memperkuat keterampilan regulasi metakognitif melalui visualisasi proses belajar. Dengan demikian, *mind map* dalam PBL tidak sekadar menjadi media pendukung, melainkan mekanisme regulatif yang melekat pada inti proses pembelajaran berbasis masalah.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekurangan penelitian sebelumnya, khususnya karena belum ada kajian yang secara spesifik meneliti model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind Map* (PBL-MM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif pada isu energi alternatif. Keunikan penelitian ini terletak pada fokusnya yang memadukan PBL dengan *mind map* untuk meningkatkan kedua kemampuan tersebut. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi PBL dengan *mind map* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi (Ritonga dkk., 2021; Hidayati dkk., 2022). Namun, berdasarkan kajian pustaka yang dilakukan peneliti melalui penelusuran pada mesin pencari Google, tidak ditemukan penelitian yang secara langsung mengkaji model PBL berbantuan *mind map* yang difungsikan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi orisinal dalam mengisi kekosongan kajian yang masih terbatas, sekaligus memberikan implikasi praktis bagi pengembangan model pembelajaran yang relevan untuk menyelesaikan masalah kompleks seperti isu energi alternatif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, “Bagaimana model *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Map* (PBL-MM) dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif pada Isu Energi Alternatif?”.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian tersebut, muncul pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik yang mengikuti model PBL-MM dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti model PBL pada isu energi alternatif?
2. Bagaimana peningkatan regulasi metakognitif peserta didik yang mengikuti model PBL-MM dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti model PBL pada isu energi alternatif?
3. Bagaimana hubungan antara kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang bagaimana penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *Mind Map* (PBL-MM) dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik pada isu energi alternatif.

1.5 Definisi Operasional

Untuk menghindari perbedaan pemahaman antara peneliti dan pembaca, beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Model *Problem Based Learning* Berbantuan *Mind Map* (PBL-MM) adalah model pembelajaran berbasis masalah dengan mengintegrasikan *Mind Map* atau peta pikiran pada sintaks model PBL. Tahapan model PBL-MM meliputi: 1) Orientasi peserta didik pada masalah, 2) Mengorganisasi Peserta didik untuk belajar (+*Mind Map*), 3) Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, 4) Mengembangkan/menyajikan hasil karya (+*Mind Map*), 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (+*Mind Map*). Keterlaksanaan Model PBL-MM diukur melalui lembar observasi keterlaksanaan model.

2. Kemampuan berpikir sistem adalah keterampilan kognitif untuk memahami suatu fenomena atau permasalahan secara menyeluruh (holistik) dengan melihat bagaimana berbagai komponen saling berhubungan, saling memengaruhi, dan membentuk suatu sistem yang dinamis. Terdapat delapan indikator kemampuan berpikir sistem yang diukur, yaitu: 1) Dimensi tersembunyi, 2) Pengakuan kausalitas, 3) Mengidentifikasi dan memahami umpan balik, 4) Memahami perilaku dinamis, 5) Melihat keseluruhan, 6) Memahami mekanisme sistem, 7) Prediksi masa depan, dan 8) Mengidentifikasi titik intervensi. Kemampuan berpikir sistem diukur dengan menggunakan instrumen tes berbentuk soal esai yang dilaksanakan sebelum dan sesudah perlakuan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis N-Gain untuk menganalisis peningkatan kemampuan berpikir sistem antara sebelum dan setelah perlakuan.
3. Regulasi metakognitif adalah kemampuan seseorang untuk mengatur, mengendalikan, dan mengawasi proses berpikir serta belajarnya sendiri agar tujuan pembelajaran tercapai secara optimal. Terdapat lima indikator regulasi metakognitif yang diukur yaitu 1) perencanaan, 2) manajemen strategi informasi, 3) pemantauan pemahaman, 4) strategi perbaikan, dan 5) evaluasi. Regulasi metakognitif diukur menggunakan kuesioner regulasi metakognitif dari *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) yang sudah diadaptasi dengan isu energi alternatif. Jawaban yang diperoleh dari MAI berupa data skala likert rentang 1 sampai dengan 4. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis *Stacking* untuk menganalisis peningkatan regulasi metakognitif antara sebelum dan setelah perlakuan.
4. Isu energi alternatif dalam penelitian ini difokuskan pada Energi alternatif sebagai solusi dan tantangan dalam mengatasi permasalahan ketersediaan energi, sesuai dengan capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan, baik secara teoritis maupun praktis.

1.6.1 Manfaat Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini bermanfaat sebagai pembuktian Model PBL-MM dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik pada permasalahan kompleks seperti isu energi alternatif. Selain itu, penelitian ini bermanfaat sebagai sumber referensi bagi para peneliti lain yang tertarik melakukan penelitian mengenai variabel-variabel dalam penelitian ini.

1.6.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi para guru dalam menentukan model dan strategi pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik. Selain itu, penelitian ini bermanfaat bagi peserta didik atas meningkatnya kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif mereka setelah mempelajari isu energi alternatif menggunakan model dan strategi belajar dalam penelitian ini.