

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Penelitian**

Energi memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, karena hampir seluruh aktivitas bergantung pada energi. Masyarakat membutuhkan energi listrik untuk kebutuhan rumah tangga hingga bahan bakar untuk transportasi. Di Indonesia, kebutuhan terhadap energi semakin meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan adanya perkembangan teknologi dan bertambahnya populasi penduduk. Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi terbesar di kawasan Asia Tenggara dan urutan ke lima di Asia Pasifik dalam konsumsi energi primer (Afriyanti et al., 2020).

Peningkatan konsumsi energi memiliki hubungan dengan peningkatan ekonomi suatu negara. Pendorong utama peningkatan ekonomi adalah industrialisasi dan pembangunan. Kegiatan industrialisasi tidak terlepas dari kegiatan produksi dan konsumsi yang menggunakan energi sebagai input dasarnya. Penggunaan energi yang semakin besar menjadi ciri bahwa industri di negara tersebut mengalami peningkatan. Harapan dari peningkatan kegiatan industri ini adalah adanya peningkatan ekonomi juga. Hal ini menunjukkan bahwa energi memiliki peranan yang besar terhadap peningkatan ekonomi (Pratiwi, 2021).

Penggunaan energi pada sektor industri juga memberikan pengaruh negatif terhadap kualitas lingkungan. Apalagi jika sumber energi yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil yang akan menyebabkan tingginya emisi gas rumah kaca. Selaras dengan hal tersebut, Badan Pusat Statistik (2024) menyatakan bahwa distribusi emisi gas rumah kaca hampir sebagian besar berasal dari industri atau lapangan usaha, dengan rata-rata 86,90% dalam kurun waktu lima tahun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya penggunaan energi untuk menunjang berbagai aktivitas perekonomian, maka hal ini akan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan terutama disebabkan oleh banyaknya emisi gas karbon dioksida. Hal ini yang

mendorong terjadinya perubahan iklim yang cukup cepat dan berdampak pada kerusakan lingkungan (Budiwan, 2020).

Keterkaitan antara energi, ekonomi dan lingkungan menunjukkan bahwa permasalahan energi merupakan permasalahan yang kompleks. Setiap komponennya memiliki kausalitas dan hubungan satu sama lain yang membentuk sebuah sistem. Permasalahan seperti ini tidak dapat ditinjau secara parsial, melainkan harus ditinjau secara holistik atau secara keseluruhan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah keterampilan khusus untuk memecahkan masalah ini. Keterampilan yang dimaksud adalah keterampilan berpikir sistem.

Berpikir sistem merupakan sebuah cara untuk memahami sistem yang kompleks dengan melakukan analisis terhadap bagian-bagian sistem tersebut untuk mengetahui pola hubungan yang terdapat di dalam setiap komponen penyusun sistem tersebut (Aminullah, 2004, hal. 2). Dengan berpikir sistem, seseorang dituntut untuk menyadari bahwa segala sesuatu memiliki interaksi dengan sesuatu yang lain di sekelilingnya. Kinerja sistem berkaitan dengan kerja sistem secara keseluruhan unsur dari sistem tersebut yang saling memberikan pengaruh dalam batas lingkungan tertentu (Fahrurrazi, 2021, hal. 15).

Keterampilan berpikir sistem ini sangat penting untuk dimiliki oleh setiap individu dan harus diajarkan sejak dini. Salah satu cara untuk melatih keterampilan berpikir sistem ini adalah dengan memfasilitasinya dalam proses pembelajaran. Peserta didik dituntut untuk memecahkan permasalahan kompleks yang relevan dengan topik yang sedang dipelajari dengan menggunakan pemikiran yang sistematis. Oleh karena itu, keterampilan berpikir sistem ini menjadi keterampilan yang harus dimiliki oleh peserta didik.

Pada abad ke-21, keterampilan berpikir sistem sangat penting bagi peserta didik. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan keterampilan berpikir sistem, peserta didik dapat mengatur cara berpikirnya dan dapat menghubungkan masalah yang tampaknya tidak berhubungan (Clark et al., 2017, hal. 2). Berpikir sistem merupakan suatu pendekatan yang dibutuhkan

oleh peserta didik agar dapat melihat permasalahan di sekitarnya secara menyeluruh (Bungsu & Rosadi, 2021, hal. 207).

Berpikir sistem mempengaruhi kebiasaan berpikir (*mindset*) atau cara pandang seseorang, sehingga proses dari berpikir sistem ini akan mempengaruhi tingkah laku atau tindakan seseorang (Bungsu & Rosadi, 2021, hal. 207). Hal ini dikarenakan berpikir sistem memberikan pandangan yang lebih kompleks dan menyeluruh tentang sebuah permasalahan, bagaimana suatu masalah terbentuk, pola kerja dan reaksi dari suatu permasalahan tersebut dari waktu ke waktu (Purwanti et al., 2021, hal. 307).

Berpikir sistem bukan lagi istilah yang baru didengar di dunia pendidikan. Keterampilan berpikir sistem telah menjadi perhatian para pendidik dan dianggap sebagai pendekatan yang diperlukan oleh berbagai disiplin ilmu. Banyak manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan keterampilan berpikir sistem ini. Manfaat keterampilan berpikir sistem bagi guru sains adalah untuk meninjau proses pembelajaran dari berbagai perspektif, diantaranya dari sistem sosial, teknologi, atau alam dan menyatukannya menjadi kesatuan yang holistik (Hmelo et al., 2000). Bagi peserta didik, keterampilan berpikir sistem ini dimiliki oleh peserta didik, peserta didik akan lebih mudah mengaitkan materi yang satu dengan yang lainnya (Johariah et al., 2023, hal. 375).

Keterampilan berpikir sistem peserta didik saat ini masih rendah. Mengingat proses pembelajaran di sekolah masih menitik beratkan pada fakta-fakta individual, bukan menghadirkan keterkaitan dan proses yang sistemik (Haniyah & Hamdu, 2022, hal. 208). Hal ini sejalan dengan hasil dari penelitian-penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir sistem peserta didik rata-rata masih rendah dan diperlukan adanya pengembangan serta pelatihan untuk memiliki keterampilan berpikir sistem (Nuraeni et al., 2020; Khodri, 2023; Rahayu, 2022; Alhusein et al., 2023; Nuraeni et al., 2020).

Peneliti melakukan studi pendahuluan yang dilakukan di sekolah menengah atas di Kabupaten Bandung. Studi pendahuluan ini dilakukan

dengan cara wawancara, observasi, dan pemberian tes. Wawancara dilakukan kepada guru dan peserta didik. Pertanyaan yang diberikan meliputi hal-hal yang berkaitan dengan penerapan keterampilan berpikir sistem dalam proses pembelajarannya.

Informasi yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara kepada guru adalah mereka belum menerapkan keterampilan berpikir sistem sepenuhnya dalam pembelajaran. Guru cenderung fokus pada penjelasan teori dan fungsi masing-masing komponen dari suatu materi pembelajaran secara terpisah, tanpa mengaitkan hubungan antar komponen atau dampaknya terhadap sistem secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan guru merasa waktu pembelajaran tidak mencukupi untuk menjelaskan hal tersebut.

Informasi yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara kepada peserta didik adalah mereka lebih banyak menghafal konsep daripada memahami hubungan dan interaksi antar komponen yang ada dalam materi pembelajaran. Peserta didik juga mengaku belum mengetahui bagaimana cara memprediksi kemungkinan yang akan terjadi terhadap sebuah sistem ketika terjadi interaksi antar sistem di dalamnya. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, maka dapat dikatakan bahwa proses pembelajaran belum memfasilitasi peserta didik untuk mengasah keterampilan berpikir sistem.

Hasil wawancara tersebut dikonfirmasi melalui kegiatan observasi terhadap proses pembelajaran di kelas. Hasil observasi menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih bersifat linear dan didominasi oleh aktivitas hafalan serta penjelasan konsep secara terpisah. Belum terlihat adanya upaya yang sistematis untuk melatih keterampilan berpikir sistem peserta didik karena tidak adanya kegiatan seperti menganalisis hubungan antar komponen, memodelkan sistem, atau memprediksi perubahan pada sistem. Oleh karena itu, dari hasil observasi ini dapat dikatakan bahwa proses pembelajaran belum menerapkan model pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir sistem peserta didik.

Studi pendahuluan juga dilakukan dengan melakukan tes kepada peserta didik. Tes ini berisikan 16 butir soal pilihan ganda. Soal ini merupakan

sebuah alat untuk mengukur tingkat keterampilan berpikir sistem yang dikembangkan oleh Meilinda (2018). Soal yang digunakan pada studi pendahuluan ini menggunakan soal yang telah dikembangkan oleh Kurniawan (2023). Hasil tes peserta didik dikategorikan sesuai dengan tingkat kemampuan. Pengategorian ini merujuk pada pedoman yang diungkapkan oleh Maharani (2022). Berikut disajikan data tes hasil uji keterampilan berpikir sistem yang dapat dilihat pada **tabel 1.2**.

**Tabel 1. 1** Hasil Studi Pendahuluan

<b>Indikator</b>	<b>Rata-Rata (%)</b>	<b>Interpretasi</b>
Mampu menganalisis struktur dan peran komponen sistem	30,64	Kurang
Mampu menganalisis pemodelan sistem	41,93	Kurang
Mampu menganalisis interaksi komponen sistem	44,35	Kurang
Mampu memperkirakan karakteristik sistem akibat interaksi dalam atau luar sistem	44,35	Kurang
<b>Rata-rata</b>	<b>40,31</b>	<b>Kurang</b>

Berdasarkan data di atas, menunjukkan bahwa tes keterampilan berpikir sistem memperoleh nilai rata-rata sebesar 40,31 dan berada dalam interpretasi kurang. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil peserta didik yang mampu menjawab soal dengan benar. Berdasarkan hasil wawancara dan tes yang dilakukan pada studi pendahuluan ini, dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran belum menerapkan keterampilan berpikir sistem sehingga keterampilan berpikir sistem peserta didikpun masih rendah.

Ada banyak upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem. Beberapa diantaranya adalah penerapan model *PBL* (Rahayu, 2022), model *inquiry learning* dengan *flipped classroom* (Khodri, 2023), model *discovery learning* (Nuraeni et al., 2020; Effendi, 2023; Kurniawati, 2023), dan model *PjBL* (Kurniawan, 2023). Penelitian ini akan menggunakan model *problem based learning (pbl)* untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem. Model *pbl* berfokus pada pembelajaran berbasis masalah yang relevan dengan kehidupan nyata. Model ini akan melatih peserta

didik untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan masalah dengan mempertimbangkan hubungan antar elemen dalam suatu sistem. Hal ini akan mendorong peserta didik untuk berpikir secara holistik dan memahami bagaimana setiap keputusan mempengaruhi keseluruhan. Penelitian Rahayu (2020) dan Resti (2023) menunjukkan bahwa model *problem based learning (pbl)* mampu meningkatkan keterampilan berpikir sistem secara signifikan. Menurut Rahayu (2020), model *pbl* mengarahkan peserta didik untuk mempertanyakan asumsi yang mereka miliki, menganalisis data dengan cermat, dan mengevaluasi berbagai kemungkinan solusi. Refleksi setelah proses pembelajaran juga menjadi bagian yang membantu peserta didik menyadari kekuatan dan kelemahan pendekatan yang mereka gunakan, sehingga mendorong perbaikan pada kesempatan berikutnya (Ismayanti, 2020).

Kelebihan lain dari model *pbl* adalah kemampuan dalam memberikan motivasi belajar yang tinggi kepada peserta peserta karena mereka dihadapkan pada masalah yang relevan dan bermakna (Irawati, 2020). Masalah yang memiliki keterkaitan dengan kehidupan nyata akan melibatkan peserta didik secara emosional dan intelektual dalam proses pembelajaran. Hal ini menjadikan pembelajaran tidak hanya sekedar transfer pengetahuan, tetapi juga proses pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir sistem. Kelebihan-kelebihan yang dimiliki model *pbl* memberikan kerangka pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk memahami kompleksitas suatu sistem secara mendalam (Rudi, 2023).

Selain penerapan model pembelajaran, upaya lain untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem adalah penggunaan teknik pembelajaran. Teknik pembelajaran memiliki peran penting dalam proses pembelajaran karena berfungsi sebagai alat untuk mendukung, mempermudah, dan mengoptimalkan pencapaian tujuan pembelajaran. Salah satu teknik pembelajaran yang mampu menunjang peningkatan keterampilan berpikir sistem adalah teknik *mind mapping*. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Alhusein (2023) dan Mitra (2023) yang menggunakan teknik *mind mapping* dalam meningkatkan

keterampilan berpikir sistem. Hasil dari penelitian mereka menunjukkan bahwa teknik *mind mapping* dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik dengan signifikan.

Menurut Alhusein (2023), teknik *mind mapping* membantu peserta didik menyusun dan mengorganisasikan informasi secara visual. *Mind mapping* memungkinkan peserta didik untuk memetakan hubungan antara konsep-konsep utama dalam suatu sistem, sehingga mereka dapat melihat gambaran besar sekaligus mendetail dari setiap elemen yang ada di dalamnya. Proses ini akan mempermudah peserta didik dalam memahami sistem secara menyeluruh, menganalisis interaksi antar elemen, dan mengidentifikasi pola yang ada di dalamnya (Ridho, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini akan menggabungkan kelebihan dari penerapan model *PBL* dengan teknik *mind mapping*.

Model pembelajaran yang digunakan di kelas kontrol adalah model *discovery learning* yang juga mampu meningkatkan keterampilan berpikir sistem. Hal ini sesuai dengan penelitian Kurniawati (2023) dan Effendi (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model *discovery learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem. Menurut Kurniawati (2023), model ini menuntut peserta didik agar berpikir dan menemukan hubungan suatu kejadian dengan materi yang sedang dibahas.

Keberhasilan dari model *discovery learning* dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem juga didukung oleh pendekatan pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dan interaktif (Yulianti, 2022). *Discovery learning* menekankan pada eksplorasi dan penemuan konsep oleh peserta didik secara mandiri, dengan bimbingan minimal dari guru. Proses ini mendorong peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran dan membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman langsung. Peserta didik diajak untuk mencari, menganalisis, dan memahami informasi secara mandiri, sehingga memungkinkan mereka untuk melihat bagaimana suatu sistem bekerja secara menyeluruh (Agustina, 2023).

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sub materi energi alternatif yaitu energi biomassa. Pemilihan materi ini didasarkan pada fakta saat ini mayoritas masyarakat masih bergantung pada penggunaan bahan bakar yang bersumber dari energi fosil. Energi fosil ini merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga lama kelamaan energi ini akan habis dan akan terjadi krisis energi. Untuk mencegah hal tersebut maka diperlukan adanya energi alternatif yang dapat diperbaharui atau dikenal dengan istilah energi baru terbarukan (EBT). Salah satu energi alternatif yang digunakan saat ini adalah energi biomassa. Energi biomassa merupakan energi yang didapatkan dari senyawa organik. Senyawa organik memiliki kandungan karbon dan hidrogen yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi. Sumber energi biomassa dapat berupa tanaman, alga, limbah organik dan senyawa organik lainnya. Hal tersebut menjadikan energi biomassa menjadi energi terbarukan yang tak akan habis karena sumber energi akan terus ada. Oleh karena itu, besar harapan peneliti dengan dipilihnya materi energi biomassa ini dapat meningkatkan kesadaran untuk tidak bergantung pada sumber energi fosil dan beralih pada penggunaan energi biomassa sebagai salah satu energi baru terbarukan (EBT).

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait **“Implementasi Model *Problem Based Learning (PBL)* dengan Teknik *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik pada Materi Energi Biomassa”**. Kebaruan pada penelitian ini adalah penggunaan model *problem based learning (pbl)* yang disertai dengan teknik *mind mapping*. *Mind mapping* ini membantu peserta didik dalam memvisualkan hasil temuan mereka selama proses pembelajaran sehingga memberikan peluang kepada peserta didik untuk melihat hubungan antar konsep yang mereka temukan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjabaran latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



1. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran fisika pada materi energi biomassa dengan menggunakan model *problem based learning (pbl)* disertai teknik *mind mapping* dan model *discovery learning* disertai teknik *mind mapping*?
2. Bagaimana perbedaan keterampilan berpikir sistem peserta didik setelah diterapkan model *problem based learning (pbl)* disertai teknik *mind mapping* dengan model *discovery learning* disertai teknik *mind mapping* pada materi energi biomassa?

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui keterlaksanaan pembelajaran fisika pada materi energi biomassa dengan menggunakan model *problem based learning (pbl)* disertai teknik *mind mapping* dan model *discovery learning* disertai teknik *mind mapping*.
2. Menganalisis perbedaan keterampilan berpikir sistem peserta didik setelah diterapkan model *problem based learning (pbl)* disertai teknik *mind mapping* dengan model *discovery learning* disertai teknik *mind mapping* pada materi energi biomassa.

### D. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan di SMA Bina Muda Cicalengka. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X.C sebanyak 31 orang dan X.D yang berjumlah sebanyak 31 orang pada tahun ajaran 2023-2024.
2. Model pembelajaran yang digunakan adalah model *problem based learning (pbl)* dengan teknik *mind mapping* di kelas X.D dan model *discovery learning* dengan teknik *mind mapping* di kelas X.C.
3. Penelitian ini berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir sistem yang dikembangkan oleh Meilinda (2018) yang memiliki empat indikator, yaitu menganalisis struktur dan peran komponen sistem, menganalisis pemodelan sistem, menganalisis interaksi komponen sistem, dan

memperkirakan perilaku sistem akibat dari interaksi dalam sistem maupun luar sistem.

4. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah energi biomassa dengan penekanan khusus pada materi energi biogas, energi biodiesel, dan pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTBm).

#### **E. Manfaat Hasil Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi dua lingkup, yaitu sebagai berikut.

##### **1. Manfaat Teoritis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan informasi tentang pengaruh model *problem based learning (pbl)* dengan teknik *mind mapping* dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada materi energi biomassa. Selain itu, peneliti berharap hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan pemilihan model pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

##### **2. Manfaat Praktis**

- a. Bagi peneliti, diharapkan penelitian ini dapat menambah informasi tentang model *problem based learning (pbl)* dengan teknik *mind mapping* untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada materi energi biomassa sehingga dapat dijadikan referensi dalam memilih model pembelajaran yang tepat.
- b. Bagi peserta didik, diharapkan penelitian ini dapat membantu peserta didik dalam memahami materi fisika, sehingga peserta didik termotivasi dan tertarik untuk belajar fisika, serta memiliki model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.
- c. Bagi para pendidik, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menambah pemahaman tentang model pembelajaran yang lebih inovatif untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat membantu guru dalam memahami materi bagi peserta didik.

## F. Definisi Operasional

Berikut merupakan istilah yang perlu peneliti tegaskan dalam penelitian ini.

### 1. Model *Problem Based Learning* (PBL)

*Problem based learning* (pbl) adalah model pembelajaran dimana peserta didik dihadapkan pada suatu masalah dari kehidupan sehari-hari dan kemudian diminta untuk memecahkan masalah tersebut. Model *problem based learning* (pbl) memiliki 5 sintak pembelajaran, diantaranya adalah orientasi masalah terhadap peserta didik, mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Cara untuk mengukur keterlaksanaan model pembelajaran dalam penelitian ini dengan menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantuan *Authentic Assesment Based on Teacing and Learning Trajectory* (AABTLT) with *Student Activity Sheet* (SAS).

### 2. Model *Discovery Learning*

*Discovery learning* adalah model pembelajaran dimana peserta didik mencari sendiri materi atau konsep yang akan dipelajari dan guru tidak memberikan informasi secara utuh kepada peserta didik mengenai konsep atau materi yang akan dipelajari. Model *discovery learning* memiliki 6 sintak pembelajaran, diantaranya adalah pemberian rangsangan (*stimulation*), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collection*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*), dan menarik kesimpulan (*generalization*). Cara untuk mengukur keterlaksanaan model pembelajaran dalam penelitian ini dengan menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbantuan *Authentic Assesment Based on Teacing and Learning Trajectory* (AABTLT) with *Student Activity Sheet* (SAS).

### 3. Teknik *Mind Mapping*

*Mind mapping* merupakan cara berpikir yang dilakukan oleh peserta didik yang dilakukan dengan cara menuliskan materi pembelajaran secara kreatif sehingga dapat membantu peserta didik dalam mengingat dan memahami materi yang sedang dipelajari. Dalam penelitian ini, *mind mapping* digunakan sebagai sarana untuk membantu peserta didik dalam membangun konsep pengetahuan yang mampu memberikan gambaran tentang hubungan antara materi satu dan yang lainnya sehingga dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem.

### 4. Keterampilan Berpikir Sistem

Keterampilan berpikir sistem merupakan keterampilan yang harus dimiliki peserta didik agar dapat memahami sesuatu secara menyeluruh. Berpikir sistem meliputi keterampilan dalam hal 1) mengenali struktur dan peran komponen sistem, 2) menganalisis pemodelan sistem, 3) mampu menganalisis interaksi komponen sistem, dan 4) memperkirakan karakteristik sistem akibat dari interaksi dalam sistem ataupun luar sistem. Cara mengukur peningkatan keterampilan berpikir sistem dalam penelitian ini adalah dengan melakukan tes (*pretest dan posttest*) menggunakan soal pilihan ganda sebanyak 40 butir yang disesuaikan dengan indikator berpikir sistem.

### 5. Energi Biomassa

Energi biomassa merujuk pada energi yang dihasilkan dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan makhluk hidup. Sumber energi biomassa dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk tanaman energi, limbah pertanian, limbah hutan, dan material organik lainnya. Energi biomassa dapat dihasilkan melalui berbagai proses, termasuk pembakaran langsung, pirolisis, gasifikasi, dan fermentasi.

## G. Kerangka Berpikir

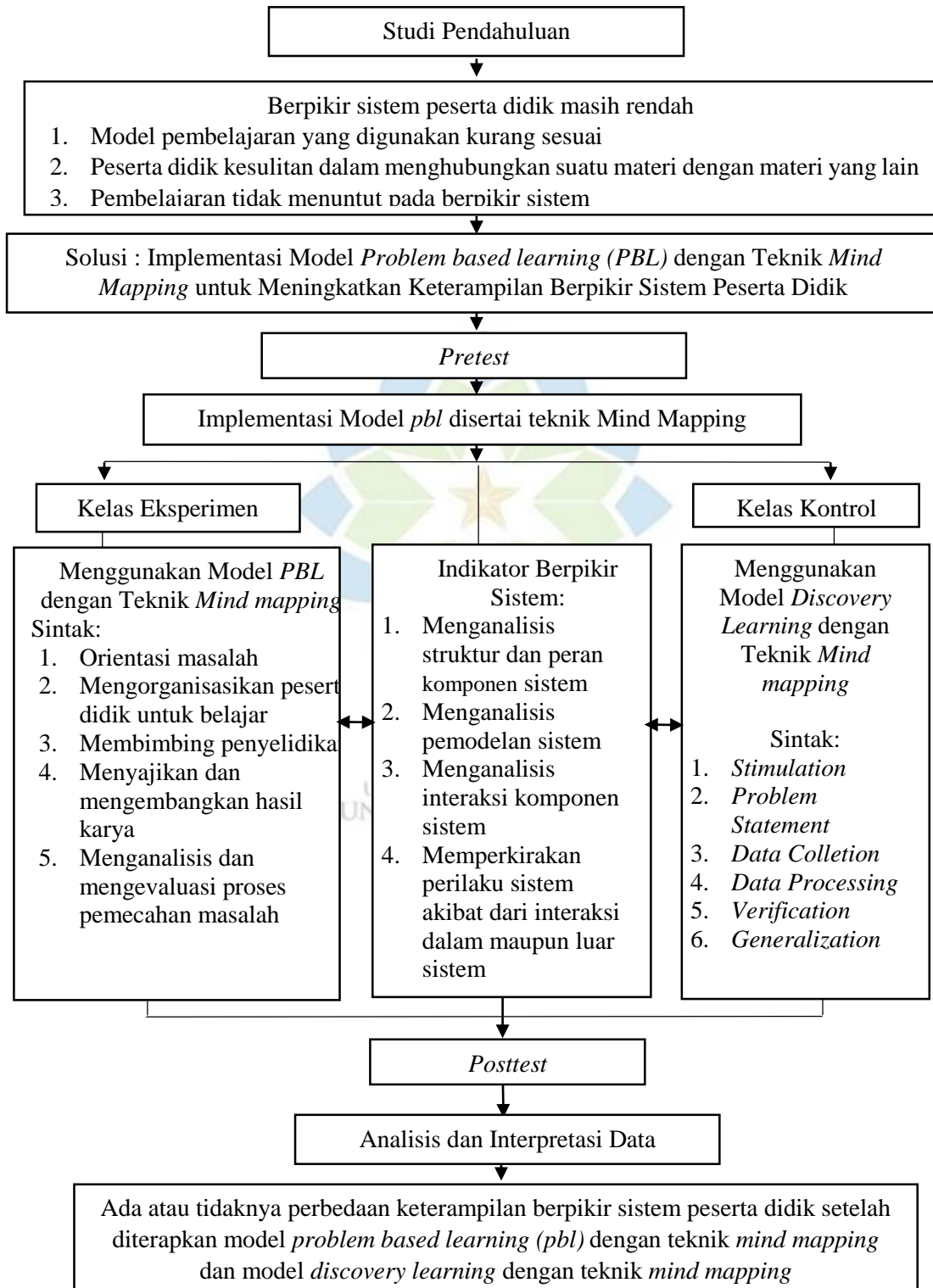
Permasalahan kompleks perlu diselesaikan dengan keterampilan yang dapat mendukung untuk pemecahan masalah tersebut. Keterampilan tersebut

adalah keterampilan berpikir sistem. Namun, berdasarkan hasil studi literatur menunjukkan bahwa keterampilan berpikir sistem peserta didik masih rendah. Didukung oleh hasil studi pendahuluan yang dilakukan di sekolah menengah atas di Kabupaten Bandung dengan wawancara kepada guru dan peserta didik yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran belum sepenuhnya menerapkan keterampilan berpikir sistem. Hasil ini dikonfirmasi dengan hasil dari observasi yang menunjukkan kegiatan pembelajaran masih bersifat linear dan didominasi oleh aktivitas hafalan serta penjelasan konsep secara terpisah. Hasil tes keterampilan berpikir sistem peserta didik sebesar 40,31% yang berarti keterampilan berpikir sistem peserta didik masih rendah. Hal ini disebabkan dalam proses pembelajaran, guru belum memfasilitasi peserta didik untuk melatih keterampilan berpikir sistem sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan materi satu dengan materi yang lain. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya tindakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.

Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem adalah dengan penerapan model pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir sistem, diantaranya adalah model *problem based learning (pbl)* yang disertai dengan teknik *mind mapping*. Model *pbl* akan mengarahkan peserta didik agar mampu memecahkan permasalahan dan teknik *mind mapping* membantu dalam melihat hubungan antar elemen yang ada dalam masalah tersebut.

Penelitian ini menggunakan dua kelas yakni kelas model *pbl* disertai teknik *mind mapping* dan kelas model *discovery learning* disertai dengan teknik *mind mapping*. Sebelum dilakukan proses pembelajaran, terlebih dahulu diberikan soal *pretest* dengan soal yang sama. Setelah selesai melakukan *pretest*, peneliti melakukan proses pembelajaran sesuai modul ajar yang telah disiapkan. Setelah proses pembelajaran dilakukan, langkah selanjutnya adalah langkah evaluasi. Penilaian ini merupakan jenis *posttest* dengan menggunakan soal yang sama. Harapannya adalah terdapat peningkatan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada materi energi biomassa.

Berikut merupakan alur atau bagan dari kerangka berpikir penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 1. 1** Kerangka Berpikir

## H. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

**H<sub>0</sub>** = Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir sistem peserta didik setelah diterapkan model *problem based learning (pbl)* dengan teknik *mind mapping* dan model *discovery learning* dengan teknik *mind mapping* pada materi energi biomassa.

**H<sub>1</sub>** = Terdapat perbedaan keterampilan berpikir sistem peserta didik setelah diterapkan model *problem based learning (pbl)* dengan teknik *mind mapping* dan model *discovery learning* dengan teknik *mind mapping* pada materi energi biomassa.

## I. Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Al-Khodri (2023) dengan judul “Implementasi *Inquiry Based Learning* dengan *Flipped Classroom* Terintegrasi STEM untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta didik SMA pada Materi Perubahan Iklim”. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model *Inquiry Based Learning STEM* dengan *Flipped Classroom* pada materi perubahan iklim dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu, dkk (2022) dengan judul “Implementasi *PBL* Terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik SMA pada Topik Usaha dan Energi”. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa implementasi *PBL* terintegrasi STEM *flipped classroom* dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada materi usaha dan energi.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Alhusein (2023) dengan judul “Pengaruh *Mind Mapping* Terhadap *System Thinking* Peserta Didik Kelas X pada Topik Struktur Tropik di SMAN 10 Palembang”. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa penggunaan *mind mapping* memberikan

pengaruh positif terhadap keterampilan berpikir sistem peserta didik. Terdapat kekurangan pada penelitian ini, yaitu terdapat pada sampel yang kecil dan pembelajaran yang dilakukan secara daring.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu (2022) dengan judul “Penerapan Model *PBL* Terintegrasi *STEM* dengan *Flipped Classroom* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik pada Topik Perubahan Iklim”. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa model *PBL* terintegrasi *STEM* berbantuan *flipped classroom* memberikan dampak yang signifikan dalam menciptakan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada topik perubahan iklim.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Meilinda, dkk (2023) dengan judul “*Development of Integrated STEM Education Learning Units to Access Student System Thinking Abilities*”. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa keterampilan berpikir sistem diperlukan dalam kegiatan pembelajaran untuk mendeskripsikan dan memecahkan suatu masalah dengan menggunakan pendidikan *STEM* terpadu.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Resti, dkk (2020) dengan judul “Analisis Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik Kelas XI pada Materi Sistem Pernapasan Manusia”. Penelitian ini menyatakan bahwa profil kemampuan berpikir sistem peserta didik kelas XI SMA Negeri Sukabumi Kota pada tahun pelajaran 2019/2020 masih rendah. Dalam penelitian tersebut disebutkan bahwa hasil ini masih bisa ditingkatkan dengan menggunakan model, strategi, dan pendekatan pada kegiatan pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan adalah model penemuan yang dibantu oleh peta konsep.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Abdurrahman, dkk (2023) dengan judul “*Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students’ system thinking skills*”. Penelitian ini menyatakan bahwa kinerja peserta didik yang diajarkan dengan *STEM-EDP* lebih baik daripada peserta didik yang belajar dengan pendekatan pembelajaran *STEM* tradisional. Di sisi lain,



ada beberapa keterbatasan dalam penelitian ini di mana pendekatan *STEM* dengan *EDP* hanya difokuskan pada satu proyek, yaitu merancang dan membuat penyedot debu dari barang-barang tidak terpakai; temuan tersebut mungkin tidak mewakili efektivitas pendekatan *STEM-PBL* yang dibantu oleh aktivitas *EDP*. Untuk penelitian masa depan, akan berguna untuk menyelidiki dampak pendekatan *STEM-PBL* yang dibantu oleh *EDP* dengan beberapa proyek yang lebih beragam tentang topik *ESD* lainnya, misalnya, materi perubahan iklim.

8. Penelitian yang dilakukan oleh Effendi, dkk (2023) dengan judul “Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Model *Discovery learning* pada Materi Sistem Gerak Manusia”. Penelitian ini menyatakan bahwa setelah dilakukan pembelajaran dengan model *discovery learning* keterampilan peserta didik masih rendah dan perlu ditingkatkan agar dapat lebih menguasai keterampilan berpikir sistem.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Faza (2023) dengan judul “Pengaruh Pendekatan *STEM* terhadap Keterampilan Berpikir Sistem Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan”. Penelitian ini menyatakan bahwa setelah dilakukan pembelajaran dengan pendekatan *STEM*, keterampilan berpikir sistem peserta didik meningkat.
10. Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati (2023) dengan judul “Pengembangan LKPD Berbasis Model *Discovery Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik SMP”. Penelitian ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan sangat valid dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir sistem
11. Penelitian yang dilakukan oleh Fatoni, (2023) dengan judul “Pengembangan Program Pembelajaran *Flipped Classroom* Terintegrasi *STEM* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik”. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa instrumen pengembangan dinyatakan valid dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir sistem.
12. Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan (2023) dengan judul “Implementasi *PjBL-STEM* Berbasis *ESD* pada Topik Energi Terbarukan

untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem”. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi PjBL-STEM berbasis ESD dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem.

Berikut merupakan persamaan, perbedaan, dan keterbaruan dari penelitian ini dengan penelitian terdahulu.

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan	Kebaruan
1	Implementasi <i>Inquiry Based Learning</i> dengan <i>Flipped Classroom</i> Terintegrasi STEM untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta didik SMA pada Materi Perubahan Iklim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabel Y: Meningkatkan keterampilan berpikir sistem</li> <li>• Menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materi: penelitian terdahulu yakni perubahan iklim. Penelitian ini yakni energi biomassa</li> </ul>	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>
2	Implementasi <i>PBL</i> Terintegrasi STEM dengan <i>Flipped Classroom</i> untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik SMA pada Topik Usaha dan Energi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabel X: Implementasi model PBL</li> <li>• Variabel Y: Peningkatan keterampilan berpikir sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materi: Penelitian terdahulu yakni usaha dan energi. Penelitian ini yakni energi biomassa</li> <li>• Penelitian terdahulu menggunakan PBL terintegrasi STEM. Penelitian ini menggabungkan <i>pbl</i></li> </ul>	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan	Kebaruan
			dengan teknik <i>mind mapping</i>	
3.	Pengaruh <i>Mind Mapping</i> Terhadap <i>System Thinking</i> Peserta Didik Kelas X pada Topik Struktur Tropik di SMAN 10 Palembang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan <i>mind mapping</i></li> <li>• Peningkatan keterampilan berpikir sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Model pembelajaran penelitian ini adalah <i>pbl</i> disertai teknik <i>mind mapping</i></li> <li>• Materi penelitian terdahulu adalah struktur tropik. Sedangkan penelitian ini adalah energi biomassa</li> </ul>	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>
4.	Penerapan Model <i>PBL</i> Terintegrasi STEM dengan <i>Flipped Classroom</i> untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik pada Topik Perubahan Iklim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan PBL</li> <li>• Peningkatan keterampilan berpikir sistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian ini tidak menggunakan pendekatan <i>flipped classroom</i></li> <li>• Materi penelitian terdahulu adalah perubahan iklim. Sedangkan penelitian ini adalah energi biomassa</li> </ul>	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>
5.	<i>Development of Integrated STEM Education Learning Units to Acces</i>	Meningkatkan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu berfokus pada pengembangan unit pembelajaran	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan	Kebaruan
	<i>Student System Thinking Abilities</i>		STEM. Sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>	
6.	Implementasi model Inquiry based learning untuk menganalisis Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik Kelas XI pada Materi Sistem Pernapasan Manusia	Meningkatkan keterampilan berpikir sistem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian terdahulu menggunakan model <i>inquiry based learning</i>. Sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i></li> </ul>	kombinasi <i>pbl</i> dengan teknik <i>mind mapping</i>
7.	<i>Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan keterampilan berpikir sistem</li> <li>• Materi energi terbarukan</li> </ul>	Penelitian terdahulu menggunakan <i>STEM makerspace</i> . Sedangkan penelitian ini menggunakan <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>
8	Keterampilan Berpikir Sistem Menggunakan Model <i>Discovery Learning</i> pada Materi Sistem Gerak Manusia	Peningkatan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu menggunakan model <i>discovery learning</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan	Kebaruan
9	Pengaruh Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Sistem Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan	Peningkatan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu menggunakan pendekatan STEM, sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>
10	Pengembangan LKPD Berbasis Model <i>Discovery Learning</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik SMP	Peningkatan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu menggunakan pengembangan LPKD berbasis <i>discovery learning</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>
11	Pengembangan Program Pembelajaran <i>Flipped Classroom</i> Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik	Peningkatan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu menggunakan pengembangan program pembelajaran <i>flipped classroom</i> , sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>
12	Implementasi PjBL-STEM Berbasis ESD pada Topik Energi Terbarukan untuk Meningkatkan Kemampuan	Peningkatan keterampilan berpikir sistem	Penelitian terdahulu menggunakan model PjBL-STEM berbasis ESD, sedangkan penelitian ini menggunakan model <i>pbl</i>	Kombinasi model PBL dengan teknik <i>mind mapping</i>

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan	Kebaruan
	Berpikir Sistem			

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, persamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah sama-sama memiliki fokus pada peningkatan keterampilan berpikir sistem, sedangkan perbedaannya adalah terletak pada upaya yang dilakukan untuk peningkatan keterampilan tersebut, yakni penelitian ini menggunakan model *problem based learning (pbl)* yang disertai dengan teknik *mind mapping*. kombinasi model *pbl* dan teknik *mind mapping* ini menjadi kebaruan dalam penelitian ini. Maka, dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan judul “Implementasi Model *Problem Based Learning (PBL)* dengan Teknik *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik pada Materi Energi Biomassa” belum pernah dilakukan sebelumnya.

