

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1. Model Pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL - POE)

Model *Problem Based Learning-Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) adalah model pembelajaran yang dilaksanakan dengan tujuan untuk melatih dan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah secara sistematis (Farqiah, 2025). Model pembelajaran PBL-POE pertama kali dikembangkan oleh Apriza Fitriani tahun 2019 yang memiliki tujuan sebagai inovasi pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme. Menurut Fitriani et al. (2020) bahwa model ini dapat membantu peserta didik untuk membangun pengetahuan dengan pengalaman secara langsung dari berbagai situasi dan fenomena, sehingga dapat memperoleh pemahaman baru yang lebih bermakna. Model PBL-POE ini adalah hasil integrasi dari dua pendekatan model pembelajaran yang dirancang agar keunggulan keduanya dapat dimanfaatkan secara optimal, sekaligus mengurangi keterbatasan yang timbul jika digunakan secara terpisah (Fitriani et al, 2020; Farqiah, 2025). Model *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) adalah salah satu pembelajaran yang mengintegrasikan proses pemecahan masalah dengan tahapan prediksi, observasi dan penjelasan, serta memiliki tujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui proses aktif dan kolaboratif (Fitriani et al., 2019). Dalam model *Problem Based Learning* peserta didik dihadapkan pada masalah yang otentik sehingga peserta didik dapat mengidentifikasi apa yang perlu dipelajari, menyusun hipotesis, serta rumusan masalah (Hmelo-Silver, 2004), sedangkan model pembelajaran *Prediction, Observation, Explanation* dapat melatih peserta didik untuk menguji dugaan ilmiah dan menyusun penjelasan berbasis bukti (Kearney et al., 2001). Maka dari itu, gabungan dari kedua model ini sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan pemahaman konseptual yang lebih kuat. Selain itu, penerapan model ini dapat mendorong peserta didik supaya lebih aktif dalam memformulasikan masalah, membuat prediksi terhadap fenomena, melakukan observasi, kemudian

memberikan penjelasan berdasarkan hasil observasi sehingga dalam penerapan ini dapat meningkatkan pemecahan masalah secara efektif (Fitriani et al., 2020).

Menurut (Fitriani et al., 2019) mengemukakan bahwa model pembelajaran (PBL-POE) ini sangat efektif dan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran karena model ini tidak hanya membantu peserta didik dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah, tetapi juga dapat memperkuat pemahaman secara konseptual, mendorong pemikiran kritis, dan meningkatkan kepercayaan diri dalam proses pembelajaran. Hal ini disebabkan karena model PBL-POE ini menggabungkan pemecahan masalah nyata dengan proses prediksi, observasi, dan penjelasan sehingga pembelajaran menjadi lebih mendalam. Sintaks model pembelajaran PBL-POE dilakukan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sintaks Model Problem Based Learning - Prediction, Observation, Explanation (PBL-POE)

Tahap	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
Tahap 1 Orientasi Masalah (<i>Problem Orientation</i>)	• Membagikan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang memuat materi bacaan serta aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan peserta didik. • Memandu peserta didik untuk membaca tujuan pembelajaran • Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan informasi atau permasalahan yang terdapat dalam teks.	• Menerima lembar kerja peserta didik dan membaca tujuan pembelajaran • Membuat rumusan masalah berdasarkan teks
Tahap 2 Pengorganisasian Siswa (<i>Student's Organization</i>)	• Mengarahkan peserta didik untuk melakukan kegiatan pembelajaran dalam kelompok-kelompok kecil. • Membimbing peserta didik dalam memahami, menentukan, dan	• Duduk dalam kelompok kecil • Menyesuaikan rumusan masalah dengan tujuan pembelajaran

Tahap	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
	mengatur tugas-tugas pembelajaran yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. • Membantu peserta didik dalam merumuskan masalah	
Tahap 3 Prediksi (<i>Prediction</i>)	• Membantu peserta didik dalam membuat prediksi berdasarkan rumusan masalah	• Membuat prediksi berdasarkan rumusan masalah
Tahap 4 Investigasi/Obse rvasi (<i>Observation</i>)	• Membantu peserta didik dalam melakukan pengamatan, mengumpulkan informasi, dan menemukan solusi dari permasalahan.	• Melakukan pengamatan terhadap fenomena yang disajikan, mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, serta mengembangkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang sedang dipelajari.
Tahap 5 Penjelasan (<i>Explanation</i>)	• Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil pengamatan • Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membandingkan hasil pengamatan dengan prediksi sebelumnya • Membuka forum diskusi	• Mempresentasi hasil penyelidikan • Mendiskusikan dan membandingkan hasil prediksi sebelumnya dengan hasil pengamatan • Mengajukan dan menjawab pertanyaan selama diskusi
Tahap 6 Analisis dan Evaluasi	• Membimbing peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap kegiatan dan pengalaman belajar yang telah dilaksanakan • Memberikan penguatan terhadap materi yang telah dipelajari.	• Merefleksikan proses pembelajaran • Memperhatikan penjelasan guru

(Fitriani et al., 2019)

2.1.2. Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern

a. Pengertian Kemampuan Pemecahan Masalah

Kemampuan pemecahan masalah (*problem solving skills*) merupakan keterampilan berpikir tinggi yang sangat penting dalam pendidikan abad ke-21. Menurut (Hmelo-Silver, 2004) pemecahan masalah tidak hanya melibatkan penerapann pengetahuan yang sudah ada, tetapi juga menuntut peserta didik untuk menganalisis situasi, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan mengembangkan strategi penyelesaian. Kemampuan pemecahan masalah merupakan keterampilan berpikir tinggi yang menuntut pemahaman konsep dan penerapannya dalam suatu fenomena, serta kemampuan ini tidak hanya bergantung pada rumus tetapi juga pada pemahaman mendaalam dan penilaian kritis terhadap solusi (Sujarwanto et al., 2014). Dengan demikian, keterampilan ini berperan penting dalam membentuk peserta didik yang mandiri dan kreatif.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan peserta didik yang sangat penting dalam pembelajaran fisika karena melalui keterampilan ini peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan situasi baru yang dihadapi yang dapat membantu peserta didik untuk berpikir kritis, analitis, dan logis (Lestari, 2015). Kemampuan pemecahan masalah dapat memberikan pengalaman belajar yang bermakna, terutama dalam melatih berpikir kritis, analitis, dan mengambil keputusan (Ridwan et al., 2023). Melalui kemampuan pemecahan masalah peserta didik dilatih untuk menghadapi situasi yang menantang, mengembangkan cara berpikir, serta menumbuhkan ketekunan rasa ingin tahu. Dalam (Ramadhani, 2018) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan rasa percaya diri yang lebih tinggi dalam menyelesaikan masalah dikelas maupun dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat membantu peserta didik untuk memahami persoalan, menerapkan konsep, dan menemukan solusi yang tepat. Selain itu, kemampuan pemecahan masalah dapat menumbuhkan rasa kepercayaan diri serta kesiapan dalam menghadapi berbagai tantangan

b. Tahapan dan Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern

Menurut Halpern (1984) kemampuan pemecahan masalah tidak dapat dilakukan secara spontan melainkan memerlukan proses berpikir yang terarah dan terstruktur, karena keberhasilan pemecahan masalah ditentukan oleh kualitas proses berpikir yang dilakukan secara sistematis. Adapun indikator atau tahap kemampuan pemecahan masalah pada penelitian ini yaitu merujuk pada Halpern (1984) yaitu terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tahap dan Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah

Tahapan	Indikator
<i>Identifying the Problem</i>	Mengidentifikasi masalah
<i>Defining the Problem</i>	Mendefinisikan masalah
<i>Gathering information</i>	Menjelaskan dampak dalam masalah
	Menguraikan masalah
<i>Analyzing information</i>	Menganalisis pengaruh masalah
<i>Problem solving/ implementing solution</i>	Menguraikan peran dalam mengatasi masalah
	Mengevaluasi kesesuaian jawaban

(Azzahra, 2024)

2.1.3. Keterkaitan Model Pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern

Pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran (PBL-POE) dapat meningkatkan tahapan kemampuan pemecahan masalah (Ismiandini, 2024). Model ini memiliki keterkaitan dengan kemampuan pemecahan masalah Halpern untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Oleh karena itu, model pembelajaran PBL-POE ini dapat membantu peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan terutama dalam bidang Fisika yang berhubungan dengan kajian ilmiah. Selain itu, model PBL-POE ini dapat memudahkan peserta didik untuk mengemukakan pendapat dan solusi dari suatu permasalahan yang telah disediakan. Dalam penelitian ini terkait dengan materi fisika yang akan digunakan yaitu energi alternatif, dimana pada pembelajaran ini memerlukan tahapan tahapan kemampuan pemecahan masalah yang baik dalam kehidupan sehari-hari ataupun pada saat pembelajaran.

Berikut merupakan keterkaitan antara sintaks model pembelajaran PBL-POE dengan kemampuan pemecahan masalah Halpern disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keterkaitan Sintaks Model Pembelajaran PBL-POE dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern

Sintaks Model Pembelajaran PBL-POE	Tahapan Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern	Keterangan
Orientasi Masalah (<i>Problem Orientasi</i>)	<i>Identifying the Problem</i>	• Peserta didik dikenalkan pada permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sebagai dasar dalam kegiatan penyelidikan dan pemecahan masalah. • Peserta didik diarahkan untuk memahami situasi masalah yang dihadapi • Peserta didik mengidentifikasi komponen penting dari permasalahan yang dihadapi.
Pengorganisasian Siswa (<i>Student's Organization</i>)	<i>Defining the Problem</i>	• Peserta didik mendefinisikan masalah secara lebih spesifik dengan menentukan batasan masalah dan tujuan penyelesaiannya.
Prediksi (<i>Prediction</i>)	<i>Gathering information</i>	• Peserta didik mengumpulkan informasi dan data pendukung dari artikel, buku, atau sumber ilmiah lain. • Peserta didik membuat prediksi atau dugaan sementara dampak permasalahan yang dihadapi.
Investigasi/Observasi (<i>Observation</i>)		• Peserta didik melakukan kajian literatur secara mendalam terhadap data dan temuan dalam artikel atau jurnal yang telah ditemukan. • Peserta didik menguraikan permasalahan yang dihadapi dan membandingkan hasil penelitian sebelumnya.
Penjelasan (<i>Explanation</i>)	<i>Analyzing information</i>	• Peserta didik menganalisis pengaruh masalah yang dihadapi

Sintaks Model Pembelajaran PBL-POE	Tahapan Kemampuan Pemecahan Masalah Halpern	Keterangan
		berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil kajian literatur untuk menjelaskan hubungan antara data dan prediksi awal.
Analisis dan Evaluasi	<i>Problem solving/ implementing solution</i>	• Peserta didik menguraikan peran masyarakat untuk menghadapi permasalahan yang dihadapi. • Peserta didik menyusun solusi berdasarkan hasil analisis dan evaluasi terhadap permasalahan yang dihadapi.

2.1.4. Materi Energi Alternatif

a. Energi

Dalam kehidupan sehari-hari energi berperan sebagai kemampuan yang memungkinkan terjadinya berbagai aktivitas dan proses kehidupan pada makhluk hidup, seperti tumbuhan yang memerlukan energi matahari (Lasmi, 2022). Energi terdapat dalam beberapa bentuk yang terdiri dari energi nuklir, energi cahaya, energi panas dan energi lainnya. Selain itu, energi juga dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi lain, misalnya energi surya diubah ke dalam bentuk energi listrik (Samsudin et al., 2023). Energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari berasal dari berbagai sumber energi sehingga ketersediaan sumber energi menjadi faktor penting yang mendukung terlaksananya berbagai aktivitas manusia, baik dalam bidang rumah tangga, industri, maupun transportasi (Lasmi, 2022). Menurut Lasmi (2022) sumber energi berdasarkan penggunaannya terdiri dari energi primer dan energi sekunder.

1) Energi Primer

Energi primer dapat didefinisikan sebagai energi yang diperoleh secara langsung dari alam sebelum mengalami proses perubahan atau konversi ke bentuk energi lain. Beberapa contoh sumber energi primer yaitu batu bara, minyak bumi, energi nuklir, air, dan matahari.

2) Energi Sekunder

Energi sekunder merupakan energi yang diperoleh dari hasil pengolahan energi primer sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan. Seperti energi listrik yang dihasilkan melalui proses pembangkitan dari sumber energi tertentu.

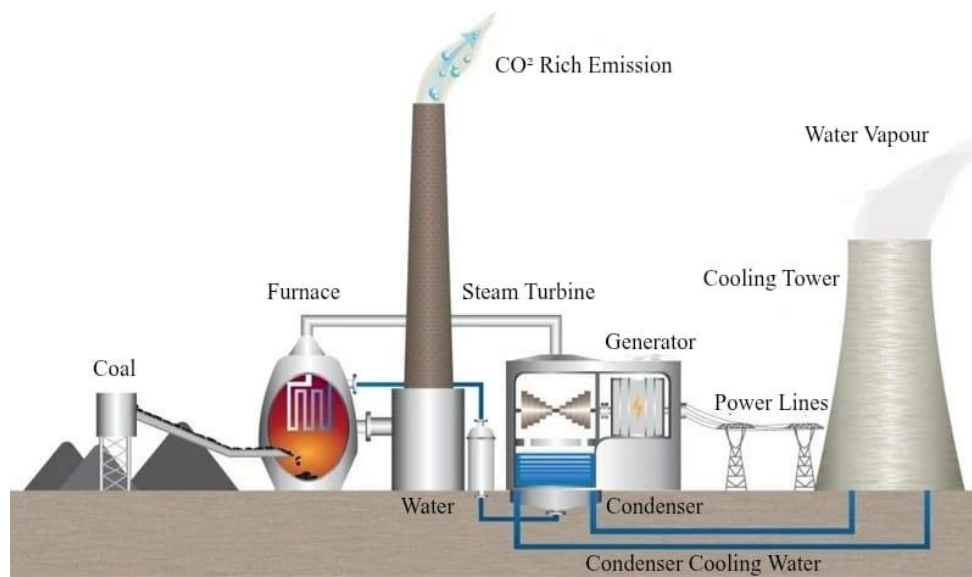
b. Energi Tidak Terbarukan

Energi tidak terbarukan merupakan jenis energi yang berasal dari sumber daya alam dengan jumlah terbatas dan tidak diperbarui dalam waktu singkat. Jika dimanfaatkan secara terus menerus, maka ketersediaannya akan semakin berkurang sehingga berpotensi habis karena proses pembentukannya memerlukan waktu yang sangat lama (Samsudin et al., 2023). Beberapa contoh energi tidak terbarukan adalah batu bara, minyak bumi, dan gas alam.

1) Batu Bara

Batu bara merupakan sumber energi bahan bakar fosil yang berasal dari sisa tumbuhan pada masa prasejarah dengan terbentuk dari satuan sedimen, selain itu batu bara ini merupakan senyawa hidrokarbon yang dapat dibakar berbentuk batu dan berwarna hitam (Lasmi, 2022). Batu bara adalah salah satu sumber energi fosil yang tersusun atas unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Kualitas batu bara dipengaruhi oleh proses pembentukannya yang dikenal sebagai pematubaraan (*coalification*). Proses tersebut ditentukan oleh beberapa faktor, seperti suhu, tekanan, dan lamanya waktu pembentukan. Berdasarkan tingkat kualitasnya, batu bara dibedakan menjadi empat jenis, yaitu *lignit* sebagai batu bara dengan kualitas terendah dan nilai kalor sekitar 2.500 kkal/kg, *sub-bituminous* dengan nilai 2.500-4.000 kkal/kg, *bituminous* dengan nilai kalor sekitar 4.000-5.000 kkal/kg, serta *antrasit* yang memiliki kualitas tertinggi dengan nilai kalor lebih dari 5.000 kkal/kg. berdasarkan data Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2013, Indonesia memiliki cadangan batu bara sekitar 31 miliar ton. Besarnya cadangan tersebut menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara penghasil batu bara di dunia, dengan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi yang banyak dilakukan di Pulau Kalimantan. Selain itu, sumber daya batu bara juga tersebar di beberapa wilayah lain, seperti Papua dan Jawa (Lasmi, 2022).

Dalam sektor industri, batu bara dimanfaatkan dalam dua kategori utama, yaitu *coking coal* dan *thermal coal*. *Coking coal* digunakan sebagai bahan baku dalam proses peleburan besi dan baja, sedangkan *thermal coal* dimanfaatkan sebagai sumber energi pada pembangkit listrik, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (Lasmi, 2022). Pemanfaatan batu bara yang digunakan PLTU dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema PLTU
Sumber: blogger.com

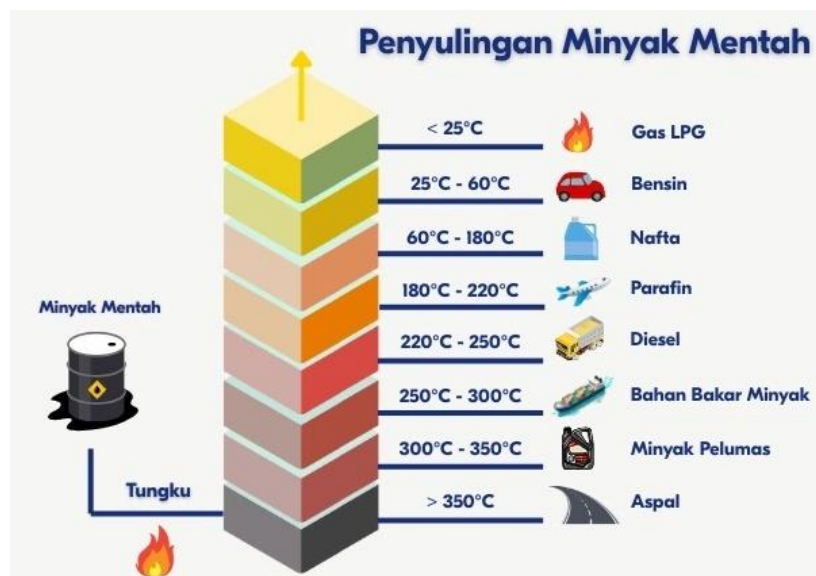
Pembakaran batu bara yang digunakan untuk memanaskan air memperoleh uap yang dihasilkan dari panas, sehingga uap tersebut mampu menggerakkan turbin yang akan membantu untuk memutar generator dan menghasilkan energi listrik. Penggunaan batu bara sebagai pembangkit listrik di Indonesia semakin meningkat karena sangat bergantung pada pembangkit listrik dengan sumber energi fosil. Berdasarkan (Lasmi, 2022) di Indonesia pada tahun 2014-2017 konsumsi listrik meningkat sekitar 26% dan pada saat ini batu bara menjadi sumber energi terbesar untuk pembangkit listrik sekitar 60%.

2) Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang terdiri atas campuran dari berbagai senyawa hidrokarbon. Pembentukannya berasal dari sisa organisme seperti jasad renik, tumbuhan, dan hewan yang terendapkan dan mengalami proses geologis dalam kurun waktu jutaan tahun (Lasmi, 2022). Setelah itu, sisa organisme

mengendap di dasar Bumi dan berubah menjadi sedimen serta mengalami penguraian menjadi minyak bumi. Hal ini terjadi karena adanya tekanan dan suhu yang tinggi. Adapun minyak bumi memiliki unsur utama, yaitu hidrogen dan karbon.

Dalam proses pembentukan minyak bumi terdapat pengurai sisa-sisa jasad renik yang disebut dengan bakteri anaerob. Bakteri anaerob ini berperan sebagai pengurai sisa-sisa renik untuk menghasilkan minyak bumi. Pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu yang tidak singkat yaitu jutaan tahun. Meskipun minyak bumi terbentuk di dasar laut, namun banyak sumber minyak bumi yang berada di daratan karena pergeseran kulit bumi yang menyebabkan sebagian lautan menjadi daratan. Proses pembentukan minyak mentah atau penyulingan minyak bumi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penyulingan Minyak Bumi
Sumber: Kompas.com

Minyak bumi merupakan sumber energi fosil yang ketersediannya terbatas di alam. Awalnya, minyak bumi dimanfaatkan sebagai minyak tanah, tetapi perkembangan teknologi membuat pemanfaatannya semakin beragam terutama sebagai bahan bakar minyak (BBM). Meningkatnya penggunaan BBM di berbagai sektor menyebabkan kebutuhan minyak bumi terus bertambah, sehingga cadangan yang tersedia semakin menipis. Dalam proses pengolahannya minyak bumi

mengalami distilasi, yaitu proses pemisahan berbagai komponen zat cair berdasarkan perbedaan titik didid dan kemampuan zat untuk menguap sehingga diperoleh produk dengan karakteristik yang berbeda-beda (Lasmi, 2022). Data cadangan minyak bumi dari tahun 2026-2023 dapat dilihat pada Gambar 2.3.

Uraian/ Deskription	2016	2017	2018	2019*	2020*	2021*	2022*	2023*
Total	7.25	7.53	7.51	3.77	4.17	3.95	4.17	4.70
Terbukti/ Proven	3.31	3.17	3.15	2.48	2.44	2.25	2.27	2.41
Potensial/ Potential	3.94	4.36	4.36	1.29	1.73	1.70	1.90	2.29

Gambar 2.3 Cadangan Minyak Bumi 2016-2023

Sumber: migas.esdm.go.id

Berdasarkan data Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi (2024) pada Gambar data diatas menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya kebutuhan minyak bumi di Indonesia, serta kebergantungan sumber energi minyak bumi ini untuk meghasilkan energi.

3) Gas Alam

Gas alam merupakan sumber energi tidak terbarukan yang terbentuk secara alami dari akumulasi sisa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang tertimbun di dalam bumi selama jutaan tahun, proses ini menghasilkan campuran hidrikarbon yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi (Lasmi, 2022). Gas alam merupakan salah satu sumber energi tidak terbarukan yang memiliki jumlah cadangan cukup besar dan menempati urutan setelah batu bara serta minyak bumi. Menurut Lasmi (2022) gas alam ini memiliki intensitas karbon yang rendah karena tingkat polusi pada gas alam ini yang paling rendah dibandingkan sumber energi fosil lainnya. Gas bumi di Indonesia diproduksi diberbagai sektor dalam negeri, yaitu produksi LNG, LPG, kilan, gas rumah tangga, industri, dan pembangkit listrik (Wibowo & Windarta, 2022). Salah satu produksi gas alam dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Produksi Gas Alam

Sumber: <https://ahadiwinata.blogspot.com/>

Selain itu, dalam gas alam memiliki komponen penyusunan, yaitu metana sebagai komponen terbesar gas alam, etana, propana, butana, dan komponen lainnya. Dengan demikian, berdasarkan komponen tersebut maka gas alam dimanfaatkan dalam kehidupan manusia seperti *liquid petroleum gas* (LPG) dan *liquid natural gas* (LNG) yang diperoleh dari proses penyulingan dan pemisahan dari minyak bumi, *compressed natural gas* (CNG) diperoleh tanpa melalui proses penyulingan, dan *coal bed methane* (CBM) (Lasmi, 2022) Gas alam di Indonesia berada di tempat yang jauh dari konsumen sehingga gas alam awalnya tidak dimanfaatkan sebagai sumber energi. Tetapi, seiring berkembangnya teknologi gas alam ini digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).

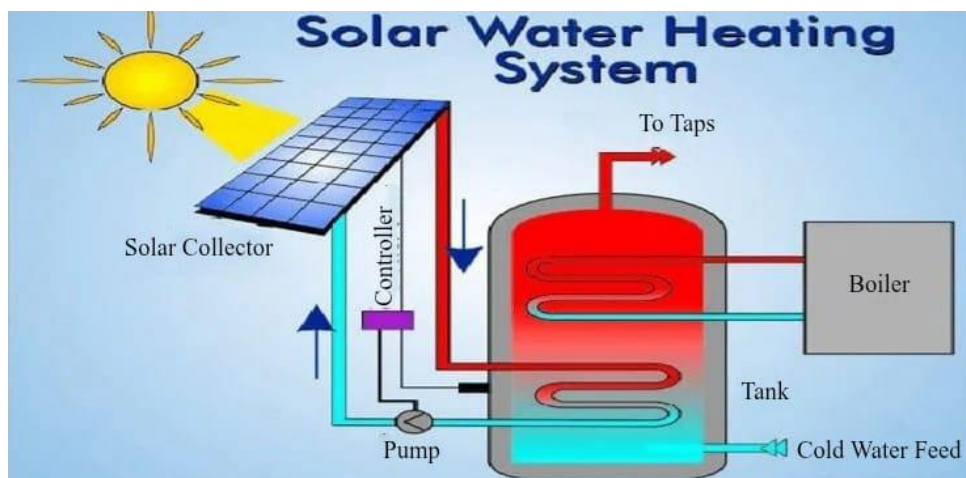
c. Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti energi fosil karena lebih ramah terhadap lingkungan dan memiliki ketersediaan yang berkelanjutan di alam. Meskipun pengembangannya membutuhkan biaya investasi awal yang relatif besar, penggunaan energi terbarukan dalam jangka panjang cenderung lebih ekonomis dibandingkan dengan sumber energi konvensional (Lasmi, 2022).

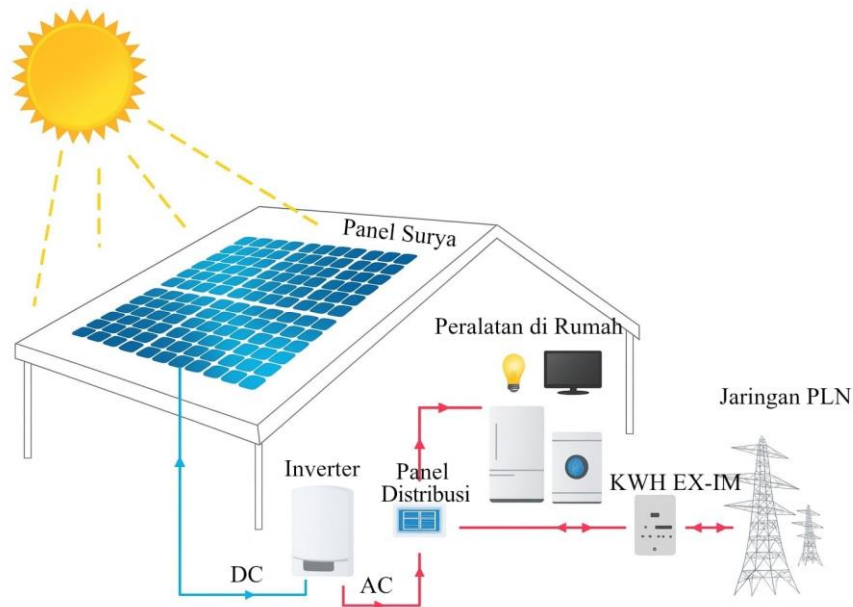
1) Matahari

Matahari merupakan sumber energi alam yang sangat melimpah dan menghasilkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik dan panas yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kehidupan sehari-hari (Lasmi, 2022). Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui teknologi sel surya yang tersusun atas lempengan semikonduktor, hal ini memungkinkan terjadinya

konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik (Puspaningsih et al., 2021). Energi matahari dapat dimanfaatkan melalui dua teknologi utama, yaitu sel surya dan termal surya. Sel surya (fotovoltaik) bekerja dengan mengonversi energi radiasi matahari menjadi energi listrik menggunakan material semikonduktor. Sedangkan, termal surya memanfaatkan energi panas matahari untuk keperluan pemanasan, seperti pemanas air. Namun, konversi energi surya menjadi energi listrik masih memiliki efisiensi yang terbatas, yaitu sekitar 10% (Puspaningsih et al., 2021). Pemanfaatan energi surya dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Pemanfaatan Termal Surya
Sumber: bing.com



Gambar 2.6 Pemanfaatan Sel Surya

Sumber: rmabadi.com

Energi matahari tidak berbahaya bagi kehidupan manusia ataupun lingkungan karena tidak menghasilkan emisi yang berbahaya (Lasmi, 2022). Sumber energi matahari dimanfaatkan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), salah satunya di Indonesia yang terdapat di PLTS Karangasem di Bali, PLTS Nule, PLTS Raijua, dan PLTS Solor Barat di Nusa Tenggara Timur (NTT) (Lasmi, 2022).

2) Angin

Energi angin merupakan energi terbarukan yang dihasilkan dari pergerakan udara akibat perbedaan suhu dan tekanan atmosfer yang terjadi karena distribusi radiasi matahari yang tidak merata, sehingga terbentuk aliran udara yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi (Lasmi, 2022). Wilayah Indonesia memiliki potensi sumber daya alam salah satunya adalah angin yang melimpah. Kondisi tersebut didukung oleh letak geografis Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai yang sangat panjang, sehingga memiliki potensi yang besar untuk pengembangan energi angin sebagai sumber pembangkit listrik (Lasmi, 2022). Pemanfaatan energi angin untuk menghasilkan listrik dilakukan melalui penggunaan turbin atau kincir angin yang dihubungkan dengan generator untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Penggunaan energi ini sangat

potensial karena ketersediannya yang melimpah dan dapat diperbarui secara berkelanjutan. Selain itu, energi angin termasuk sumber energi yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca maupun limbah berbahaya dalam jumlah yang signifikan (Siagian et al., 2023). Salah satu Gambar pemanfaatan pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada Gambar 2.7.



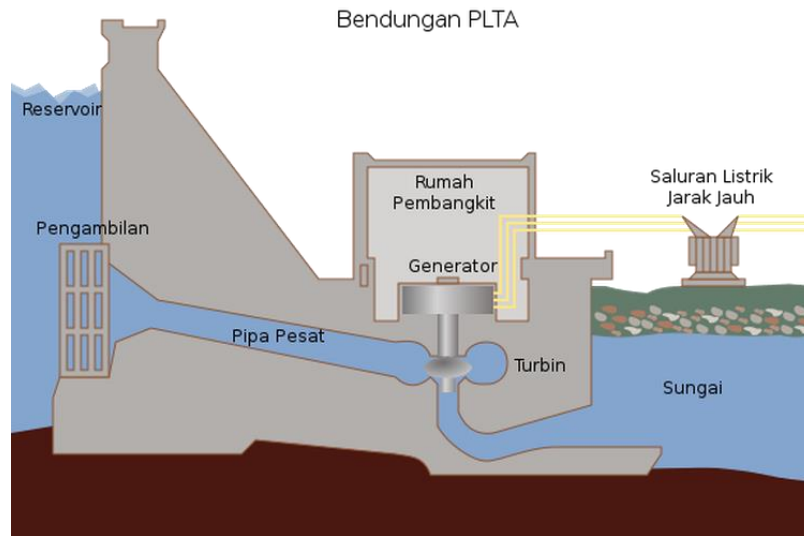
Gambar 2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Sumber: ezkhelenergy.blogspot.com

Wilayah Sidrap dan Jenepono tepatnya di Sulawesi Selatan merupakan wilayah yang menghasilkan energi listrik dengan sumber energi angin lebih dari 100 MW. Namun, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) saat ini di wilayah Sukabumi, Garut, Pandeglang, dan Lombok baru menghasilkan energi listrik sekitar 72-75 MW.

3) Air

Air merupakan sumber daya alam yang jumlahnya tidak terbatas dan dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti energi bahan bakar fosil (Lasmi, 2022). Energi air adalah sumber energi terbarukan yang paling banyak digunakan untuk menghasilkan energi listrik, khususnya di Indonesia (Puspaningsih et al., 2021). Pembangkit listrik dari energi air dilakukan dengan memanfaatkan aliran air yang menggerakkan turbin. Air yang dibendung akan dialirkan melalui saluran menuju tempat yang lebih rendah, sehingga energi gerak air dapat digunakan untuk memutar turbin dan selanjutnya menghasilkan energi listrik (Puspaningsih et al., 2021). Cara kerja pembangkit listrik tenaga air di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air di Indonesia
 Sumber: *lestari.kompas.com*

Indonesia memiliki potensi sumber daya air yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan kapasitas yang diperkirakan mencapai 75.091 MW dan tersebar di berbagai wilayah. Namun, hingga saat ini tingkat pemanfaatannya masih relatif rendah, yaitu sekitar 7,2% yang sebagian besar digunakan untuk menghasilkan energi listrik (Sudibyo, 2023). Pemanfaatan energi air tersebut dilakukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dipengaruhi oleh debit aliran air dan tinggi jatuh air (*head*) karena kedua faktor tersebut menentukan besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan (Lasmi, 2022). Berdasarkan daya listrik yang dihasilkan PLTA memiliki empat jenis, yaitu *pico hydro*, *micro hydro*, *mini hydro*, dan *large hydro*. Namun, dari ke empat jenis PLTA tersebut *micro hydro* merupakan pembangkit energi alternatif yang digunakan di daerah terpencil di Indonesia.

4) Energi Pasang Surut Air Laut

Energi pasang surut adalah sumber energi terbarukan dari proses pasang surut air laut. Energi pasang surut air laut ini terbagi menjadi dua perbedaan, yaitu tinggi rendahnya air laut saat pasang dan surut, dan arus pasang surut dari selat-selat kecil (Puspaningsih et al., 2021). Energi pasang surut ini dapat menghasilkan energi listrik melalui tekanan yang dihasilkan oleh air laut kemudian turbin akan

bergerak atau memutar. Proses energi yang dihasilkan dari pasang surut air laut dapat dilihat pada Gambar 2.9.

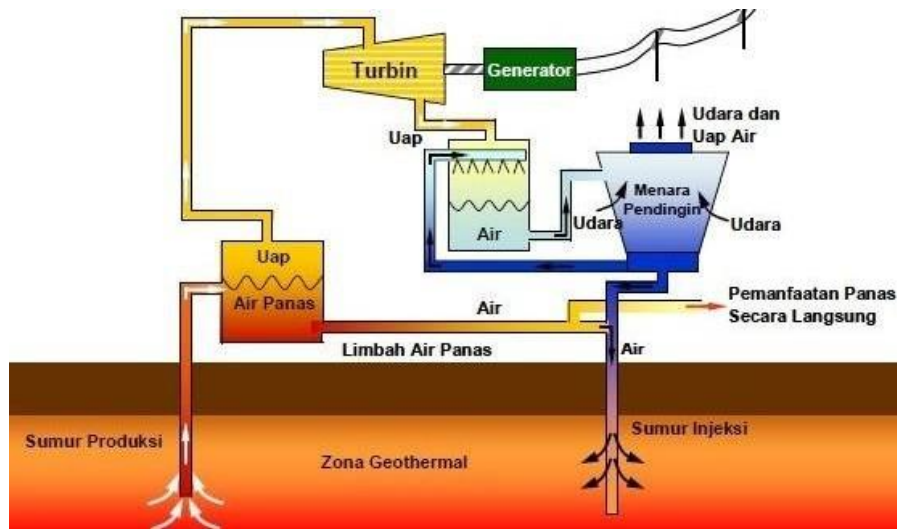


Gambar 2.9 Pasang Surut Air Laut
Sumber: bengkeltv.id

Negara Indonesia merupakan wilayah maritim yang dikelilingi oleh lautan yang sangat luas yang menyebabkan potensi besar dalam pengembangan energi laut, namun pemanfaatan potensi tersebut masih sangat jarang (Samsudin et al., 2023).

5) Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan energi yang berasal dari panas alami yang tersimpan di dalam bumi dan termasuk sumber energi terbarukan. Pemanfaatannya melibatkan air yang terus mengalami perputaran dalam siklus hidrologi serta berintegrasi dengan panas bumi sehingga menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan (Lasmi, 2022). Sistem energi panas bumi atau geothermal menggambarkan kondisi bawah permukaan bumi yang menunjukkan adanya batuan yang berisis air panas dalam kondisi tertentu sehingga mampu menghasilkan tekanan dan panas sampai ke permukaan (Siagian et al., 2023). Proses pemanfaatan energi panas bumi dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Sistem Energi Panas Bumi atau *Geothermal*

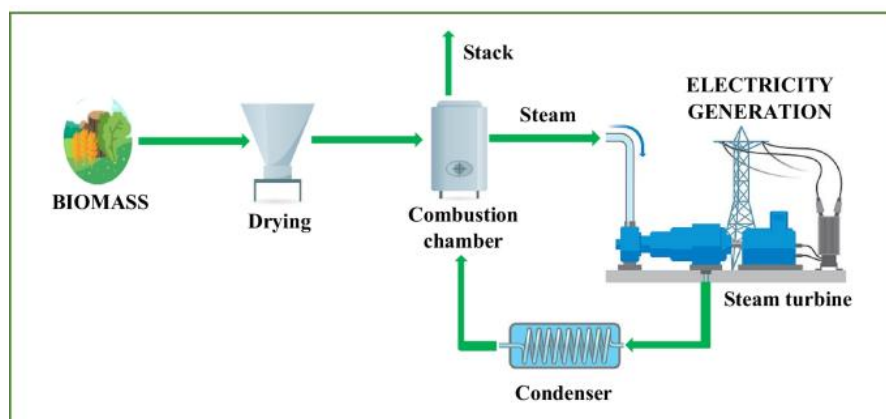
Sumber: <https://johannesevrianto.blogspot.com>

Indonesia memiliki aktivitas geotermal yang tinggi, sehingga memiliki peluang besar dalam pemanfaatannya energi panas bumi. Potensi energi panas bumi di Indonesia didukung oleh sistem hidrotermal yang melimpah dengan kapasitas lebih dari 17.000 MW, sehingga menjadikan Indonesia sebagai salah satu wilayah dengan potensi panas bumi terbesar di dunia (Puspaningsih et al., 2021). Selain itu, posisi Indonesia yang berada di kawasan *Ring of Fire* menjadikan wilayahnya memiliki banyak aktivitas vulkanik akibat pergerakan lempeng bumi sehingga tidak hanya menyebabkan terjadinya fenomena geologi seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi, tetapi memberikan peluang besar bagi pemanfaatan energi panas bumi sebagai sumber energi terbarukan (Lasmi, 2022).

Berdasarkan data Kementerian ESDM (2018) menyatakan bahwa sumber energi panas bumi di Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 28,5 GW yang terdiri dari *resources* 11.073 MW dan *reserves* 17.453 MW, namun sumber energi panas bumi termamfaatkan mencapai 1.948,5 MW yang terdiri dari 13 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dan 11 Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP). Prinsip kerja PLTP ini yaitu melalui uap yang keluar dari pengeboran air, dimana air tersebut dialirkan melalui pipa untuk menggerakkan turbin yang sudah dihubungkan dengan generator kemudian dari generator tersebut energi panas dikonversi menjadi energi listrik (Lasmi, 2022).

6) Bioenergi

Bioenergi merupakan sumber energi terbarukan yang berasal dari bahan organik seperti biomassa, *biofuel*, dan biogas (Lasmi, 2022). Namun, dari ketiga jenis tersebut *biofuel* merupakan bioenergi yang terus dikembangkan, dimana *biofuel* ini merupakan sumber energi yang dihasilkan dari biomassa dan dihasilkan secara langsung (tanaman) ataupun secara tidak langsung (industri dan pertanian) (Lasmi, 2022). Sementara itu, biogas merupakan sumber energi yang berasal dari limbah organik, seperti kotoran ternak sapi, kerbau, kambing, dan sampah padat yang digunakan melalui proses *anaerobic digestion* oleh bakteri metanogen (Lasmi, 2022). Proses pemanfaatan sistem bioenergi berbasis biomassa dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sistem Bioenergi berbasis Biomassa

Sumber: *springer.com*

Berdasarkan data Kementerian ESDM (2020) menyatakan bahwa potensi bioenergi yang dimiliki Indonesia mencapai 442 GW, namun pemanfaatannya baru 99,4 GW atau sekitar 2%. Bioenergi merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dikembangkan secara masif di Indonesia, seperti yang diungkapkan oleh Kepala Subdit Penyiapan Program Bioenergi bahwa bioenergi merupakan energi terbarukan yang paling lengkap karena sumber energi ini tidak hanya menghasilkan energi listrik tetapi dapat digunakan sebagai bahan bakar (Kementerian ESDM, 2020).

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Farqiah (2025) dengan judul “Efektivitas Model *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explannation* (PBL-POE) dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMA pada Materi Gelombang Bunyi” menyatakan bahwa berdasarkan hasil penelitiannya model pembelajaran PBL-POE sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan kategori tinggi. Selain itu, *framework* kemampuan pemecahan masalah dalam penelitiannya yaitu Heller. Dengan demikian berdasarkan penelitiannya hasil kemampuan pemecahan masalah pada *pretest* 25,85 sedangkan *posttest* 79,74 dengan rata-rata N-gain 0,729 dengan kategori Tinggi.

Dalam penelitian Rifa’i (2025) dengan judul “Efektivitas PBL-POE berbantuan E-Modul Berbasis *Augmented Reality* terhadap Peningkatan Berpikir Tingkat Tinggi dan Motivasi Belajar Peserta Didik pada Materi Pemanasan Global” menyimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran PBL-POE ini mampu menciptakan lingkungan belajar yang optimal, mendukung pencapaian tujuan pembelajaran dengan efektif dan efisien. Selain itu, model PBL-POE ini dapat mendukung pengembangan keterampilan abad 21 yaitu berpikir tingkat tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ismiandini (2024) dengan judul “Penerapan Model *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *Prediction, Observation, Explanation* (POE) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Pemanasan Global” menyimpulkan bahwa model PBL terintegrasi POE dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik meskipun seluruh peningkatan berkategori sedang yaitu 0,3 dan 0,4, namun pada aspek merencanakan rencana pemecahan masalah terdapat peningkatan yang paling tinggi yaitu 0,5. Hal tersebut disebabkan karena beberapa peserta didik belum mampu untuk memahami dan menganalisis permasalahannya yang diketahui dari soal, sehingga peserta didik terkendala dalam menyusun rencana, menyelesaikan masalah dan memberikan solusi karena informasi yang di dapat hanya pada soal yang di sediakan oleh peneliti. Adapun langkah proses kemampuan pemecahan masalah dalam penelitiannya adalah berdasarkan Polya (2004).

Begitupun dengan hasil respon angket peserta didik yang telah diberikan mendapatkan respon yang positif.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani et al. (2019) menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL-POE mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Dimana pada penelitian ini peserta didik diarahkan untuk mampu menerapkan langkah-langkah pemecahan masalah secara operasional. Adapun hasil penelitian tersebut memperlihatkan adanya peningkatan yang secara signifikan dengan skor pemecahan masalah peserta didik dari *pretest* 37,67 sedangkan *posttest* 93,24 dengan nilai N-Gain 0,8 (tinggi). Dengan demikian, hal tersebut membuktikan bahwa model PBL-POE membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir tinggi khususnya dalam pemecahan masalah. Kemudian terdapat respon peserta didik terhadap penerapan model PBL-POE yang sangat baik, yaitu mencapai 86,85%. Selain itu, Fitriani et al. (2020) menyatakan bahwa dengan model PBL-POE ini pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam mengemukakan ide dan menemukan alternatif solusi.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya terdapat perbedaan dengan penelitian ini, yaitu dari tahapan dan indikator kemampuan pemecahan masalah. Dimana peneliti sebelumnya menggunakan indikator dari Heller dan Polya, sedangkan dalam penelitian ini menggunakan tahapan dan indikator dari Halpern (1984). Selain itu, materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi Energi Alternatif. Peneliti sebelumnya belum ada yang menggunakan tahapan dan indikator kemampuan pemecahan masalah berdasarkan Halpern dan membahas terkait materi energi alternatif yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE).

2.3 Kerangka Konseptual

Pada abad 21 pembelajaran ditekankan dilakukan secara *student center learning* atau berfokus pada peserta didik. keterampilan tersebut bertujuan agar peserta didik tidak hanya memahami materi pembelajaran, tetapi juga mampu menerapkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menghadapi berbagai situasi. Kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu keterampilan penting

karena membantu peserta didik dalam menganalisis, menemukan solusi, dan mengambil keputusan terhadap permasalahan yang dihadapi dalam proses pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilaksanakan di SMA Negeri 3 Tasikmalaya melalui wawancara dengan guru fisika, observasi proses pembelajaran dikelas dan tes kemampuan pemecahan masalah didapatkan pembelajaran fisika masih menggunakan metode ceramah atau konvensional. Dimana peserta didik hanya mendengarkan dan mencatat penjelasan yang diberikan oleh guru. Hal tersebut disebabkan karena pembelajaran masih dilakukan secara *teacher center learning* sehingga peserta didik kesulitan dalam memecahkan masalah. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan melakukan observasi pembelajaran di kelas, peserta didik masih kesulitan dalam menyelesaikan soal dengan pembahasan soal yang berbeda dan kesulitan untuk memecahkan masalah dalam bentuk soal uraian (cerita) yang dihadapkan dengan isu-isu sosial maupun global. Selain itu, hasil tes kemampuan pemecahan masalah peserta didik masih tergolong rendah.

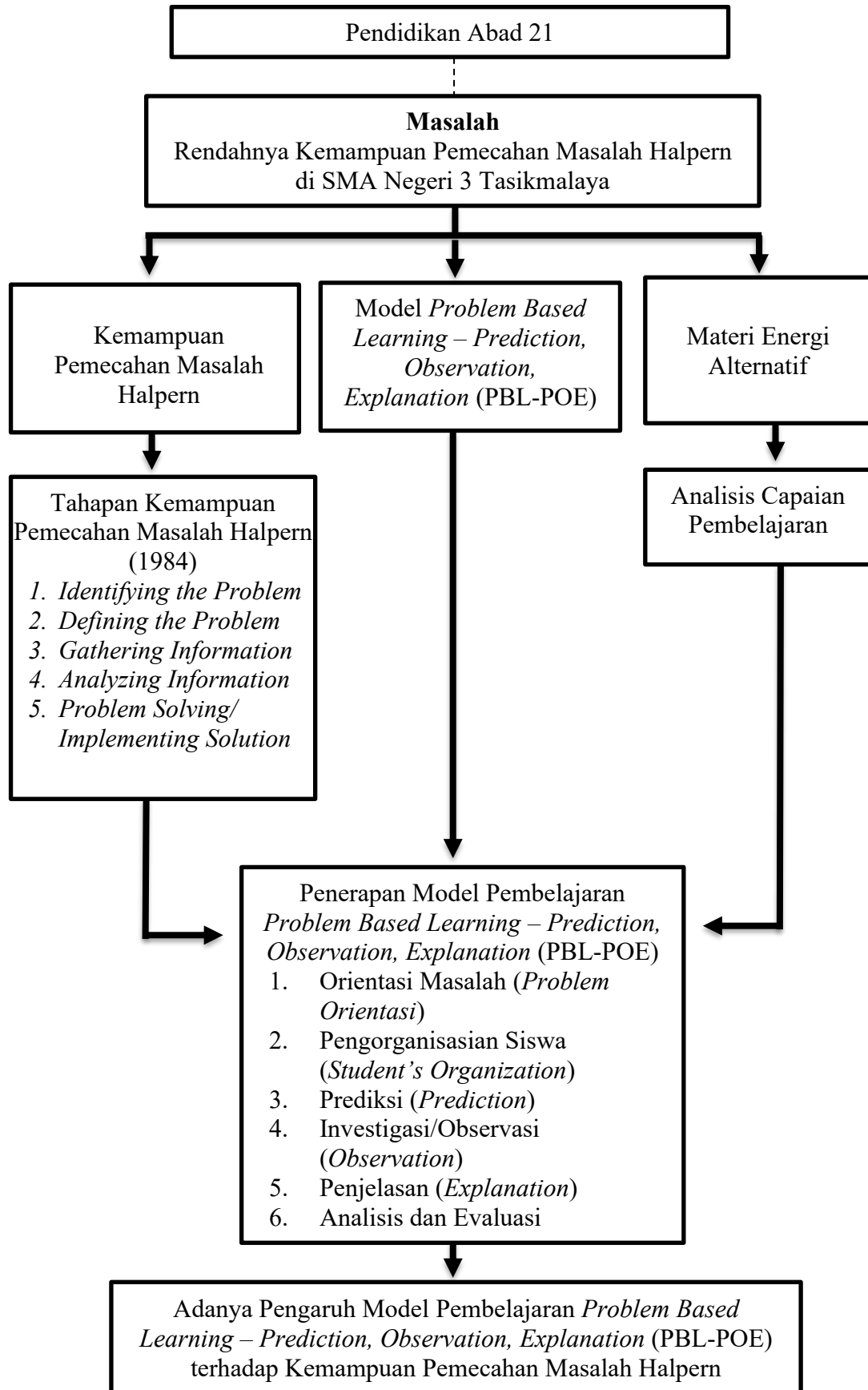
Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan untuk menerapkan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) yang dapat mendorong peserta didik untuk memiliki kemampuan pemecahan masalah. Dengan demikian, solusi untuk permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) pada pembelajaran fisika. Berdasarkan beberapa referensi menyatakan bahwa model pembelajaran PBL-POE berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik serta dapat membantu peserta didik untuk berperan lebih aktif, kreatif, dan kolaboratif.

Kemampuan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini mengacu tahapan yang dikemukakan oleh Halpern (1984). Halpern (1984). Dimana setiap tahapan menuntut peserta didik untuk berpikir secara analitis dan berbasis bukti, sehingga tahapan ini relevan dengan karakteristik pembelajaran berbasis masalah pada model pembelajaran PBL-POE. Dengan demikian, model PBL-POE dengan tahapan kemampuan pemecahan masalah Halpern dapat meningkatkan

kualitas pembelajaran fisika yang berorientasi pada penguasaan konsep dan keterampilan berpikir tinggi, terutama dalam kemampuan pemecahan masalah.

Model pembelajaran PBL-POE terdiri dari 7 tahap pembelajaran. Tahap pertama orientasi masalah, peserta didik diberikan pengenalan terhadap masalah yang akan diselesaikan yaitu tentang energi. Tahap kedua pengoorganisasian siswa, peserta didik dibantu untuk berdiskusi dengan kelompok yang sudah ditentukan untuk mendefinisikan dan merumuskan masalah. Tahap ketiga prediksi, mengatur peserta didik untuk belajar, dimana guru membimbing peserta didik dalam menentukan prediksi yang relevan dengan permasalahan yang dibahas. Tahap ke empat observasi, peserta didik dibimbing untuk melakukan observasi atau penyelidikan secara berkelompok, dimana guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengamati masalah atau fenomena yang telah dihadapi. Tahap ke lima penjelasan, peserta didik mengembangkan dan mempresentasikan hasil kerja atau diskusi, dimana guru membantu peserta didik untuk mencari fakta dari dugaan awal peserta didik dan menyusun penjelasan. Tahap keenam analisis dan evaluasi, peserta menganalisis dan mengevaluasi proses dalam menyelesaikan masalah.

Model PBL-POE dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Adapun indikator kemampuan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lima indikator, yaitu *identifying the problem*, *defining the problem*, *gathering information*, *analyzing information*, dan *problem solving/implementing solution*. Peneliti melakukan *pretest* untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik yang berperan sebagai sampel. Kemudian peneliti menerapkan model PBL-POE dalam pembelajaran fisika. Selanjutnya, peneliti melakukan *posttest* kepada peserta didik untuk melihat peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik setelah penerapan model pembelajaran PBL-POE. Berdasarkan pemaparan diatas, maka secara sistematis kerangka konseptual penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 2.12 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka hipotesis dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

- H_0 : tidak ada pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) terhadap kemampuan pemecahan masalah Halpern pada materi energi alternatif di kelas X SMA Negeri 3 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.
- H_a : ada pengaruh model pembelajaran *Problem Based Learning – Prediction, Observation, Explanation* (PBL-POE) terhadap kemampuan pemecahan masalah Halpern pada materi energi alternatif di kelas X SMA Negeri 3 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.

