

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Hasil belajar Kognitif

Pencapaian yang diperoleh peserta didik setelah proses pembelajaran pada ranah pengetahuan disebut juga dengan hasil belajar kognitif. Hasil belajar kognitif merupakan sebuah cerminan usaha yang dilakukan oleh peserta didik selama proses pembelajaran. Menurut Bloom tahun 1956, hasil belajar kognitif akan menghasilkan sebuah perubahan pada aspek intelektual yang meliputi pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan berpikir peserta didik. Perubahan pada aspek tersebut menjadikan hasil belajar kognitif menjadi sebuah patokan utama dari keberhasilan pembelajaran. Keberhasilan pembelajaran ditandai dengan peserta didik mengalami perubahan perilaku yang sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran. Keberhasilan pembelajaran bisa dibuktikan dengan melalui evaluasi seperti tes untuk mengukur hasil belajar kognitif peserta didik (Yandi et al., 2023). Oleh karena itu, tes tersebut dapat memberikan cerminan sejauh mana peserta didik memahami, mengintegrasikan, dan menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari.

Hasil belajar kognitif didukung dengan proses pembelajaran yang melibatkan interaksi aktif antara peserta didik dengan lingkungan disekitarnya. Peserta didik diajak untuk terlibat langsung dalam pembelajaran secara aktif, sehingga konstruk pengetahuan dan pengaplikasian materi akan lebih efektif (Wahab & Rosnawati, 2021). Oleh sebab itu, peserta didik mengalami perubahan pengetahuan dan perilaku setelah proses pembelajaran sebagai *output* dari hasil belajar kognitif.

Perubahan pengetahuan yang terjadi pada peserta didik setelah pembelajaran dijelaskan dalam sebuah acuan belajar yang dikenal dengan taksonomi. Dalam pendidikan, taksonomi merupakan sebuah pengelompokan dalam menentukan tujuan pembelajaran, taksonomi yang biasa dikenal dalam pendidikan adalah taksonomi Bloom. Taksonomi Bloom terbagi menjadi tiga klasifikasi salah satunya adalah ranah kognitif tentang kemampuan nalar atau pengetahuan peserta didik. Dalam taksonomi Bloom ranah kognitif terbagi menjadi

enam tingkatan, dimulai dari tingkatan terendah sampai tingkatan tertinggi, terdiri dari pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi.

Konsep taksonomi Bloom mengalami revisi dan perkembangan yang dilakukan oleh Anderson dan Krathwohl tahun 2001 yang bertujuan untuk mengembangkan kualitas peserta didik serta adanya tuntutan dari berkembangnya pendidikan yang mengikuti pendidikan abad 21 (Kartini et al., 2022). Revisi yang dilakukan mengalami beberapa perubahan kata dalam level kognitif, seperti pengetahuan diubah menjadi mengingat, pemahaman diubah menjadi memahami, sintesis diubah menjadi menciptakan yang dijadikan sebagai kategori paling tinggi. Pada level kognitif lainnya diubah menjadi kata kerja yaitu mengaplikasikan, mengevaluasi, dan menganalisis. Maka urutan taksonomi Bloom hasil revisi yaitu mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001). Dalam penelitian ini, peneliti membatasi penelitian dengan berfokus pada level kognitif C1 sampai dengan C4. Penjelasan dari setiap level kognitifnya yaitu sebagai berikut.

1) C1 (Mengingat/*Remembering*)

Mengingat merupakan level kognitif dasar atau rendah. Dalam level kognitif ini peserta didik mengambil atau mengingat informasi yang relevan dengan pengetahuan sebelumnya yang berasal dari memori jangka panjang (*long-term memory*). Dalam kategori mengingat, terdapat dua aspek yaitu mengenali (*recognizing*) dan memanggil kembali (*recalling*). *Recognizing* berarti peserta didik dapat menempatkan sebuah informasi ke dalam memori jangka panjang sesuai dengan pengetahuan yang sudah didapatkan. Adapun *recalling* berarti mengingat kembali, menggali informasi yang sudah tersimpan sebelumnya kemudian dimunculkan ketika proses pembelajaran yang berasal dari memori jangka panjang. Contoh penerapan kategori mengingat dalam pembelajaran yaitu peserta didik dapat mengingat tentang pengertian energi. Peserta didik dapat mengenali tentang energi alternatif.

2) C2 (Memahami/*Understanding*)

Memahami merupakan sebuah proses yang dalam tindakannya melibatkan konstruksi atau pembangunan makna yang diproses berdasarkan pada pengetahuan

sebelumnya. Pada proses ini secara garis besar mencakup proses menghubungkan sebuah informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya, proses tersebut dihubungkan dan diintegrasikan ke dalam pola pemikiran yang sudah terbentuk. Kategori pada level kognitif memahami terdiri dari menafsirkan (*interpreting*), mencotohkan (*exemplifying*), mengklasifikasikan (*classifying*), merangkum (*summarizing*), menyimpulkan (*inferring*), membandingkan (*comparing*), dan menjelaskan (*explaining*). Contoh penerapan kategori dalam level memahami yaitu peserta didik dapat mengklasifikasikan mana yang termasuk ke dalam sumber energi alternatif yang terbarukan. Peserta didik dapat mencontohkan apa saja yang termasuk ke dalam sumber energi terbarukan dan tak terbarukan.

3) C3 (Mengaplikasikan/*Applying*)

Level kognitif mengaplikasikan merupakan sebuah kemampuan peserta didik untuk menerapkan konsep umum, prinsip, dan hal lainnya yang berkaitan dengan keadaan atau situasi tertentu yang terjadi pada materi yang diajarkan dalam proses pembelajaran. Kategori dalam level kognitif mengaplikasikan ini terdiri dari melaksanakan (*executing*) yaitu berupa tugas yang sudah dikenali sebelumnya dan mengimplementasikan (*implementing*) yaitu sebuah prosedur berupa tugas yang belum dikenal sebelumnya. Contoh penerapan kategori level mengaplikasikan yaitu peserta didik dapat mengimplementasikan penerapan sumber energi terbarukan di beberapa wilayah. Peserta didik dapat mengaplikasikan terkait dengan sumber energi yang bisa dijadikan sebagai produk bersumber energi terbarukan.

4) C4 (Menganalisis/*Analyzing*)

Dalam menganalisis, peserta didik mampu untuk menjadikan sebuah objek menjadi beberapa bagian atau dengan kata lain membagi dan memecah permasalahan. Pemecahan permasalahan yang dilakukan nantinya akan memberikan sebuah penilaian terhadap bagian-bagian pecahan masalah yang saling berkaitan dengan apa yang sedang dipelajari. Kategori dalam level kognitif menganalisis ini terdiri dari membedakan (*differentiating*), mengorganisasikan (*organizing*), dan mengatribusikan (*attributing*). Contoh penerapan kategori level menganalisis yaitu seperti peserta didik dapat membedakan antara energi

terbarukan dengan energi tak terbarukan. Peserta didik dapat mengorganisasikan mana yang termasuk ke dalam sumber energi terbarukan.

Level kognitif mencerminkan terhadap kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam setiap tingkatannya. Pemahaman peserta didik akan berpengaruh pada hasil belajar kognitif yang dipengaruhi juga dengan proses pembelajaran yang terjadi. Pembelajaran yang baik mampu mengembangkan pengetahuan, mendorong interaksi secara aktif antara peserta didik dengan guru, dan mampu mengaitkan materi dengan kehidupan nyata. Keberhasilan proses pembelajaran disebabkan oleh faktor internal dan eksternal (Sulistiani et al., 2023). Faktor internal yang terdapat dalam diri peserta didik seperti jasmani dan psikologis, sedangkan faktor eksternal seperti lingkungan keluarga, sekolah, pertemanan, dan masyarakat (Gultom et al., 2022).

Keberhasilan pembelajaran tidak lepas dari hakikat belajar itu sendiri. Belajar merupakan sebuah upaya yang dilakukan secara sadar untuk mencapai sebuah tujuan yang diharapkan. Belajar juga berguna untuk meningkatkan dan menyiapkan masa depan seseorang agar lebih baik (Jannah et al., 2021). Belajar memiliki landasan terhadap sebuah teori yang menunjukkan bahwa belajar merupakan sebuah proses terjadinya interaksi antar individu dengan lingkungannya, sehingga bisa membangun dan mengembangkan pengetahuan (Wahab & Rosnawati, 2021). Dengan kata lain, teori ini menekankan bahwa peserta didik dapat mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya.

Integrasi informasi baru dengan pengetahuan sebelumnya yang diakibatkan oleh interaksi individu dan lingkungan bisa memperjelas konteks dan pemahaman peserta didik terhadap apa yang sedang dipelajari (Eggen & Kauchak, 2015). Oleh sebab itu, interaksi yang terjadi di dalam kelas akan membantu guru dalam menganalisis sejauh mana perkembangan pengetahuan peserta didik dalam sebuah pembelajaran. Proses pembelajaran yang baik menjadi salah satu aspek penting untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan menghasilkan *output* yaitu hasil belajar kognitif peserta didik yang diharapkan.

2.1.2 Modul Ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

Hypothetical Learning Trajectory (HLT) diperkenalkan pertama kali oleh Simon pada tahun 1995. HLT didasarkan pada pemikiran yang dilakukan dengan perlakuan khusus. Perlakuan khusus yang dilakukan seperti aktivitas yang dirancang secara sistematis dari konteks sederhana ke konteks yang lebih kompleks dengan mempertimbangkan perkembangan pengetahuan peserta didik. Perlakuan khusus tersebut dirancang untuk mengarahkan pembelajaran dalam mencapai tujuan pembelajaran yang sudah ditentukan.

Menurut Simon (1955) HLT merupakan sebuah dugaan guru tentang alur proses belajar yang bisa saja terjadi dalam proses pembelajaran di kelas. Istilah “*hypothetical*” digunakan karena terdapat alur yang sebenarnya terjadi dalam proses pembelajaran (*actual learning*). Landasan teori dari HLT yaitu berdasarkan teori konstruktivisme yang didukung oleh Jean Piaget dan Lev Vygotsky (Adel, 2020). HLT berawal dari sebuah konsep pembelajaran yang melibatkan perkembangan pengetahuan peserta didik secara bertahap sesuai dengan aktivitas yang sistematis didukung dengan interaksi aktif peserta didik dengan lingkungannya. Dalam implementasinya, modul ajar HLT bisa membantu guru dalam mengantisipasi kesulitan belajar peserta didik melalui perlakuan yang beragam (Prihandhika & Azizah, 2025).

Modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) merupakan pegangan dalam pembelajaran yang bisa memberikan sebuah lintasan belajar kepada peserta didik dalam proses belajar. Lintasan belajar tersebut berguna untuk memahami sebuah materi sehingga ketercapaian tujuan pembelajaran bisa dicapai. HLT lebih menekankan terhadap pengetahuan dan kualitas peserta didik, baik dalam perkembangan pengetahuannya ataupun dari segi karakter peserta didik. Oleh sebab itu, guru harus memahami terlebih dahulu tentang *Learning Trajectory* serta HLT sehingga bisa merancang pembelajaran yang bisa mengembangkan pengetahuan peserta didik (Hajriyanto et al., 2024).

HLT bisa dijadikan sebuah pedoman dalam memperhatikan aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan dalam proses pembelajaran. HLT terdiri dari tiga komponen yaitu tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan

pembelajaran dengan hipotesis (dugaan bagaimana perkembangan kognitif dan pemahaman peserta didik akan berkembang dalam proses pembelajaran) (Hidayati et al., 2022). Perencanaan modul ajar pembelajaran diawali dengan merencanakan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan aktivitas pembelajaran berdasarkan pada karakteristik peserta didik serta materi pembelajaran. Tujuan, aktivitas, dan dugaan pembelajaran yang dirancang akan saling terhubung dengan adanya lintasan belajar yang dibuat.

Lintasan belajar dalam HLT berlandaskan pada prinsip HLT itu sendiri. Menurut Gravemeijer & Cobb (2006) membagi fase HLT menjadi tiga fase diantaranya 1) fase desain, dalam fase desain inti dirumuskan tujuan dan bahan ajar yang memerlukan adaptasi terhadap karakteristik peserta didik, 2) fase pengajaran, berfungsi sebagai panduan atau guide (pengarahan) dalam proses pembelajaran, dan 3) fase analisis yang berarti mengevaluasi pada komponen atau hal apa yang terjadi kekurangan pada proses pelaksanaan HLT. Terdapat empat prinsip HLT yaitu 1) HLT ini didasarkan pada pemahaman yang sebenarnya pada peserta didik, 2) HLT berfungsi sebagai kerangka kerja dalam menentukan perencanaan dalam pembelajaran, 3) tugas yang diberikan mencakup petunjuk untuk mengembangkan kognitif peserta didik terhadap suatu konsep, dan 4) Penyesuaian terhadap komponen HLT terjadi selama proses pembelajaran (antisipasi pembelajaran) (Indrawati et al., 2025). Alur yang sudah dibuat akan memberikan sebuah lintasan pembelajaran kepada peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang ditentukan.

Penerapan HLT dalam pembelajaran fisika bisa membantu guru dalam menjembatani pengetahuan awal terhadap pengetahuan baru peserta didik terutama pada materi energi alternatif. Dugaan terkait respon dan kesulitan peserta didik bisa diketahui dengan adanya alur pembelajaran yang sudah dirancang secara sistematis. Guru juga bisa menyesuaikan aktivitas pembelajaran sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik. Oleh karena itu, HLT memberikan kemungkinan guru untuk mengantisipasi kesulitan peserta didik dalam proses memahami materi energi alternatif. Antisipasi kesulitan peserta didik bisa dengan mengaitkan kasus nyata dalam kehidupan sehari-hari (Yolanda et al., 2025).

Perencanaan pembelajaran yang dirancang guru dilakukan dengan merancang sebuah aktivitas berdasarkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, serta prediksi proses pembelajaran yang berguna dalam membantu pemahaman peserta didik serta meminimalisir miskonsepsi yang kemungkinan terjadi. Aktivitas pembelajaran meliputi investigasi, eksperimen ataupun simulasi, serta refleksi pembelajaran. Setiap aktivitas yang dilakukan didasarkan pada perkembangan kognitif peserta didik, sehingga ketercapaian tujuan pembelajaran bisa tercapai sesuai dengan alur yang sudah dibuat (Utari et al., 2024).

Faktor yang tidak kalah penting dalam penerapan HLT salah satunya adalah lingkungan belajar. Lingkungan belajar yang mendukung dalam pelaksanaan HLT terutama pada materi energi alternatif yaitu lingkungan yang kondusif, interaktif, dan kontekstual. Lingkungan belajar tersebut bisa menjadi sebuah faktor dalam tercapainya HLT karena terdapat keterlibatan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Dengan adanya interaksi yang dilakukan, pembelajaran menjadi lebih dinamis, akibatnya peserta didik dapat lebih dalam memahami materi yang diajarkan. Penggunaan media pembelajaran sebagai alat bantu bisa mempermudah peserta didik dalam memahami materi menjadi hal penting dalam proses pembelajaran.

Rencana pembelajaran yang terdapat dalam modul ajar HLT bisa dibuat dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik. Secara garis besar terdapat tiga aspek dalam implementasinya yaitu tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan dugaan dari jawaban peserta didik selama proses pembelajaran. Untuk mengantisipasi jawaban peserta didik, guru bisa membuat jawaban antisipasi yang dibuat dengan memberikan pertanyaan yang lebih mudah dimengerti. Tujuan pembelajaran bisa dicapai dengan adanya model pembelajaran sebagai implementasi teknis dari modul ajar HLT. Model pembelajaran berfungsi sebagai implementasi teknis berupa langkah terstruktur untuk menjalankan kerangka acuan pada modul HLT serta untuk mencapai tujuan pembelajaran. Penggunaan model pembelajaran yang digunakan salah satunya yaitu *Discovery Learning* bisa digunakan berdasarkan pada prinsip serta karakteristik dari modul HLT itu sendiri. Rencana pembelajaran yang dilakukan dalam HLT serta relevansinya dengan

model *Discovery Learning* didasarkan pada artikel penelitian terdahulu dan wawancara kepada guru pengajar. Adapun rancangan pembelajaran serta relevansinya dengan model yang digunakan disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rancangan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning* Pada Materi Energi Alternatif

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
Mengidentifikasi konsep awal	<i>Stimulation</i> (Memberikan stimulus)	Peserta didik dapat mengingat definisi energi dan memahami perbedaan energi terbarukan dan tak terbarukan	- Guru memberikan pertanyaan pemantik terkait dengan energi “apa yang kalian ketahui tentang energi? Apa bedanya energi dan sumber energi?” - Guru menampilkan video atau gambar berbagai aktivitas yang menggunakan energi (seperti PLTA, panel surya, pembangkit listrik tenaga batu bara, kendaraan bermotor). - Guru memberikan pertanyaan pemantik yaitu “Dari manakah sumber energi	- Peserta didik dapat menjawab definisi dasar dari energi, yaitu suatu kemampuan untuk melakukan usaha/kerja. Energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja, sedangkan sumber energi merupakan sesuatu yang menghasilkan energi. - Peserta didik dapat menyebutkan sumber energi seperti air, matahari, batu bara, minyak bumi. - Peserta didik menjawab sumber energi yang menggerakkan benda	Antisipasi jawaban peserta didik dilakukan dengan cara yaitu. - Guru memberikan analogi terkait perbedaan energi dan sumber energi dengan pertanyaan pemantik yaitu “ketika kita selesai makan, apakah badan akan terasa lebih bertenaga? Dan apa yang membuat badan kita terasa lebih bertenaga?” serta memberikan diagram sederhana terkait dengan energi, sumber energi, dan kerja/usaha. - Memberikan klarifikasi bahwa bensin merupakan produk dari sumber

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
			yang digunakan pada alat tersebut? • Guru meminta peserta didik untuk menyebutkan sumber energi yang mereka ketahui. • Guru menjelaskan perbedaan energi terbarukan dan energi tak terbarukan dengan contoh konkret.	tersebut adalah dengan menyebutkan mereknya seperti bensin, sehingga tidak tau dari mana sumber bensin tersebut. • Kesulitan peserta didik yaitu mungkin belum bisa membedakan mana yang termasuk energi terbarukan dan energi tak terbarukan, dan menganggap semua sumber energi itu sama dan tidak akan pernah habis.	energi, sedangkan sumber energinya adalah minyak bumi. • Guru memberikan analogi sederhana terkait dengan energi terbarukan dan energi tak terbarukan yaitu “jika kita melihat air disungai yang besar, aliran sungai tidak akan habis, sedangkan jika kita mengambil batu dari sebuah toples, batu tersebut akan habis ketika kita membawanya terus menerus”
Menggali pemahaman konsep	<i>Problem Statement</i> (Pernyataan/Identifikasi Masalah)	Peserta didik dapat memahami konsep energi alternatif	• Guru menampilkan data atau grafik sederhana tentang penggunaan minyak bumi dan batu bara yang semakin menipis.	• Peserta didik akan menjawab jika sumber energi tersebut habis, akan terjadi krisis energi, kehidupan akan sulit, dan banyak	• Menjelaskan bahwa energi alternatif digunakan sebagai istilah sumber energi pengganti bahan bakar fosil yang biasa

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
			- Guru memberikan pertanyaan “Apa yang terjadi jika sumber energi tersebut habis?” - Guru memperkenalkan konsep energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil. Serta menjelaskan tentang energi terbarukan dan tak terbarukan.	bidang yang terkena dampaknya. - Kemungkinan kesulitan dan pertanyaan peserta didik yaitu kenapa harus adanya energi alternatif sedangkan di zaman sekarang bahan bakar fosil masih banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. - Peserta didik juga masih belum memahami dan berpikiran bahwa energi alternatif sama dengan energi terbarukan.	digunakan pada saat ini. - Guru memberikan analogi sederhana terkait dengan alasan harus adanya energi alternatif dengan menganalogikan sebuah air yang ada dalam sebuah botol, ketika air tersebut dikeluarkan dari botol, maka sisa air yang ada di dalam botol akan semakin menipis. - Untuk mengantisipasi kesulitan dalam memahami energi alternatif dan energi terbarukan. Guru menganalogikan energi alternatif dengan nasi yang bisa diganti oleh kentang, gandum,

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
					tetapi tidak semuanya bisa diproses terus menerus. Sedangkan untuk energi terbarukan dianalogikan seperti pohon buah yang selalu berbuah terus menerus, karena sumbernya akan selalu tersedia kembali secara alami.
Mengembangkan konsep	<i>Data Collecting</i> (Mengumpulkan Data)	Peserta didik dapat mengklasifikasikan pemahaman tentang energi terbarukan dan tak terbarukan	• Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok. • Guru memberikan kartu yang berisikan sumber energi (matahari, angin, air, biomassa, panas bumi, minyak bumi, gas alam, batu bara, dan nuklir). Peserta didik diminta	• Peserta didik sebagian besar dapat mengklasifikasikan dan mengaplikasikan energi terbarukan dan energi tak terbarukan. • Kesulitan yang mungkin terjadi peserta didik bingung mengklasifikasikan energi biomassa dengan energi nuklir	• Menjelaskan bahwa biomassa termasuk kedalam energi terbarukan karena tanaman bisa ditanam kembali dan memerlukan waktu untuk tumbuh kembali. Nuklir termasuk energi tak terbarukan karena bahan dari nuklir (uranium) tidak bisa diproses kembali secara alami dan

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
			untuk mengelompokkan mana yang termasuk energi terbarukan dan energi tak terbarukan serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari yang ditulis dalam bentuk tabel klasifikasi. Penggunaan <i>PhET Simulations</i> digunakan untuk mempermudah serta memperkuat pemahaman dari setiap sumber energi yang diklasifikasikan oleh peserta didik.	apakah termasuk energi terbarukan atau energi tak terbarukan. • Peserta didik ragu-ragu karena beberapa sumber energi memiliki karakteristik khusus.	memiliki keterbatasan. • Untuk beberapa sumber energi yang memiliki karakteristik khusus, guru memberikan kriteria bahwa sumber energi yang bisa dipulihkan dalam waktu yang relatif singkat (puluhan sampai ratusan tahun), maka sumber tersebut bisa dikategorikan sebagai sumber energi terbarukan.
Menghubungkan konsep dengan konteks yang lebih luas	<i>Data Processing</i> (Mengolah Data) <i>Verification</i> (Verifikasi Data)	Peserta didik dapat menganalisis tentang energi alternatif (energi terbarukan dan	• Guru memberikan satu sumber energi kepada satu kelompok dan peserta didik	• Peserta didik dapat menyebutkan kelebihan, kekurangan, dan dampak dari sumber	• Guru menjelaskan bahwa setiap sumber memiliki konteks dan potensi penggunaan yang tepat

Rencana Pembelajaran HLT	Sintaks <i>Discovery Learning</i>	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran	Prediksi Jawaban Peserta Didik	Antisipasi Jawaban Peserta Didik
	<i>Generalization</i> (Menyimpulkan)	energi tak terbarukan)	diminta untuk menganalisis dengan menggunakan sistem <i>Strengths</i> (kelebihan), <i>Weaknesses</i> (kekurangan), dan <i>Threats</i> (dampak) dari setiap sumber energi yang diberikan. Guru memfasilitasi diskusi kelas untuk membandingkan sumber energi tersebut.	energi yang diberikan. Kemungkinan kesulitan peserta didik yaitu peserta didik menganggap bahwa energi terbarukan menjadi energi yang sempurna, sedangkan energi fosil menjadi energi yang buruk.	bergantung pada beberapa faktor yang mendukungnya. - Mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi sesuai dengan level kognitif C4, yaitu dengan mengajukan pertanyaan lanjutan “Apakah bisa energi terbarukan 100% digunakan dalam kehidupan? Apa tantangannya? - Guru memberikan pemahaman bahwa energi alternatif yang digunakan secara bertahap dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti ekonomi, teknologi, dan sosial.

2.1.3 Model Pembelajaran *Discovery Learning* (DL)

Model pembelajaran *Discovery Learning* (DL) adalah kegiatan pembelajaran dengan melakukan eksplorasi dan penemuan (Hulu & Telaumbanua, 2022). Model *Discovery Learning* digunakan untuk meningkatkan keaktifan peserta didik, mengembangkan pengetahuan serta memperdalam pemahaman konsep yang diajarkan melalui penemuan oleh peserta didik itu sendiri (Riskawati et al., 2025). Peningkatan kemampuan dari model *Discovery Learning* menjadi dasar untuk mencapai hasil belajar kognitif sesuai dengan yang diharapkan.

Ketercapaian hasil belajar kognitif menggunakan model *Discovery Learning* tidak lepas dari karakteristik model *Discovery Learning* itu sendiri. Model *Discovery Learning* menekankan terhadap penyelidikan serta penemuan sendiri terkait dengan konsep yang diajarkan, sehingga memiliki karakteristik yang membedakan dengan model lainnya. Karakteristik model *Discovery Learning* yaitu (1) eksplorasi dan pemecahan masalah bertujuan untuk menciptakan, menggeneralisasi, dan menggabungkan pengetahuan, (2) berpusat pada peserta didik (*students center*), dan (3) kegiatan yang dilakukan untuk menggabungkan pengetahuan awal dengan pengetahuan baru (Syamsidah et al., 2022). Sifat dari model *Discovery Learning* yaitu *inquiry-based* (berdasarkan penyelidikan) dan juga bersifat generatif dengan adanya integrasi dari pengetahuan lama dengan pengetahuan baru.

Model *Discovery Learning* didasari dengan teori belajar Jerome S. Bruner. Belajar penemuan berdasarkan Jerome S. Bruner yaitu pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan prinsip konstruktivis yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan serta bereksplorasi pengetahuan mereka secara mandiri (Syamsidah et al., 2022). Pembelajaran dilakukan dengan memperhatikan pengetahuan awal peserta didik, sehingga dalam proses pembelajaran peningkatan ranah kognitif peserta didik dapat terjadi secara bertahap melalui penemuan dan eksplorasi.

Penggunaan model pembelajaran *Discovery Learning* terbukti bisa memberikan peningkatan terhadap hasil belajar kognitif pada pembelajaran fisika. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhidayatullaet et al., (2025) menyatakan bahwa

model *Discovery Learning* terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif dengan melakukan eksplorasi dan investigasi atau penemuan secara aktif, kritis, dan kreatif. Penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* dalam pembelajaran dilakukan dengan 6 sintaks atau langkah utama, yaitu *stimulations*, *problem statement*, *data collecting*, *data processing*, *verification*, dan *generalization*. Adapun berikut sintaks, kegiatan guru, dan kegiatan peserta didik pada model *Discovery Learning* seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sintaks Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
Memberikan Stimulus Awal (<i>Stimulations</i>)	Guru mengajukan pertanyaan atau aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan dalam pemecahan masalah.	Peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang memunculkan pertanyaan dari peserta didik (bingung), dilanjutkan untuk tidak memberikan generalisasi atau kesimpulan sehingga ada keinginan untuk menyelidiki sendiri. Stimulasi pada tahap ini bertujuan untuk menyiapkan kondisi dalam mengembangkan dan membantu untuk eksplorasi materi pembelajaran.
Pernyataan/ Identifikasi Masalah (<i>Problem Statement</i>)	Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan masalah atau fenomena yang relevan dengan materi yang diajarkan, kemudian dipilih dan dirumuskan untuk dijadikan dalam bentuk hipotesis terhadap masalah yang ditanyakan.	Peserta didik merumuskan permasalahan ke dalam bentuk pernyataan sebagai jawaban sementara yang dimiliki oleh peserta didik untuk diajukan.
Mengumpulkan Data (<i>Data Collecting</i>)	Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk beresplorasi dan	Peserta didik mencari informasi yang sesuai untuk membuktikan

Sintaks	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	memfasilitasi peserta didik untuk menemukan informasi yang sesuai untuk membuktikan hipotesis yang sudah dibuat peserta didik.	hipotesis benar atau tidak.
Mengolah Data (<i>Data Processing</i>)	Guru memberikan bimbingan dan pengarahan kepada peserta didik dalam melakukan pengolahan data setelah kegiatan eksplorasi.	Peserta didik mengolah data dari informasi yang didapatkan. Data yang didapatkan harus diolah, diacak, dikelompokkan, dan diklasifikasikan untuk mendapatkan jawaban yang benar.
Verifikasi Data (<i>Verification</i>)	Guru memberikan verifikasi terhadap data yang sudah diolah oleh peserta didik. Pada tahapan ini bertujuan agar proses pembelajaran sesuai dengan yang diharapkan. Pembelajaran yang diharapkan yaitu peserta didik bisa menjawab dari pertanyaan serta hipotesis yang sudah mereka buat sebelumnya sehingga sesuai dengan teori dan konsep yang sebenarnya.	Peserta didik melakukan pemeriksaan atau verifikasi dengan teliti dan cermat untuk membuktikan hipotesis mereka apakah benar atau tidak sehingga terlihat kesesuaian dengan konsep serta teori.
Menyimpulkan (<i>Generalization</i>)	Guru menginstruksikan peserta didik untuk menarik kesimpulan terkait dengan permasalahan yang sudah diberikan dengan memperhatikan hasil verifikasi sebelumnya.	Berdasarkan hasil verifikasi, maka bisa dirumuskan prinsip umum yang mendasari kesimpulan yang dibuat.

(Syamsidah et al., 2022)

Model pembelajaran bisa memberikan sebuah kerangka terstruktur untuk melakukan kegiatan pembelajaran di kelas. Implementasi model *Discovery Learning* tidak terlepas dari kelebihan dan kekurangan dari model tersebut. Adapun kelebihan dari model *Discovery Learning* yaitu (Syamsidah et al., 2022).

- 1) Peserta didik menjadi lebih aktif dan kreatif dalam proses pembelajaran, karena peserta didik terlibat secara langsung dan intensif dalam menemukan hasil pembelajaran.
- 2) Memahami materi secara mendalam karena perkembangan pengetahuan dilakukan dengan penemuan secara mandiri.
- 3) Menimbulkan rasa puas dari hasil temuan sendiri yang mendorong peserta didik melakukan penemuan lagi.

Selain dari kelebihan pada model pembelajaran *Discovery Learning*, terdapat kekurangan dalam implementasinya, yaitu.

- 1) Bergantung pada pengetahuan awal peserta didik terkait dengan konsep yang diajarkan.
- 2) Resiko miskonsepsi ketika penarikan kesimpulan.
- 3) Tidak efisien jika digunakan dalam kelas dengan jumlah peserta didik yang banyak.

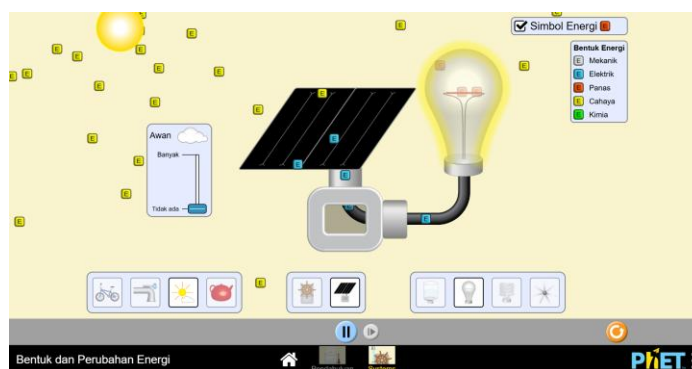
2.1.4 Phet Simulations

Pemahaman pada suatu konsep dalam pembelajaran fisika menjadi suatu hal yang perlu diperhatikan. Salah satu hal yang mengakibatkan proses pemahaman konsep yang kurang optimal karena adanya konsep yang bersifat abstrak. Konsep yang bersifat abstrak sulit untuk divisualisasikan hanya dengan penjelasan saja, tetapi harus dengan gambaran secara sederhana bagaimana konsep tersebut terjadi. Salah satu alat bantu pembelajaran berupa *PhET Simulations* bisa menekankan pada proses menghubungkan antara teori dengan kehidupan nyata dengan pembelajaran yang interaktif dan konstruktif (Umiliya et al., 2023).

Physics Education Technology atau yang biasa dikenal dengan *PhET Simulations* merupakan sebuah platform simulasi yang dikembangkan untuk memfasilitasi proses pembelajaran sains (Albis et al., 2023). *PhET Simulations* menyediakan sebuah simulasi interaktif yang bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Penggunaan *PhET Simulations* dapat memperkuat pemahaman peserta didik pada konsep ilmiah. *PhET Simulations* bisa dijadikan sebagai alat bantu pembelajaran melalui eksplorasi dan representasi visual dari suatu fenomena dengan menggunakan simulasi yang bisa merepresentasikan kejadian di kehidupan

nyata (Ndayisaba & Tugirinshuti, 2025). *PhET Simulations* dirancang dengan menyesuaikan prinsip sebuah desain dengan mengatur elemen visual yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep.

Penggunaan *PhET Simulations* pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan penguatan terkait konsep yang sedang dipelajari. Simulasi yang ada dalam *PhET Simulations* memungkinkan peserta didik bisa mengeksplor serta mengonstruksi pengetahuan mereka (Saputra, 2025). Kebutuhan dalam HLT yang bisa diatasi dengan *PhET Simulations* seperti lintasan belajar yang membutuhkan visualisasi nyata, menghubungkan teori dengan kenyataan, serta mengoreksi pemahaman peserta didik dengan mengidentifikasi kesalahan konsep (Doloksaribu & Triwiyono, 2021). *PhET Simulations* memberikan bantuan terhadap kebutuhan yang diperlukan dalam modul ajar pembelajaran HLT, sehingga HLT bisa membantu memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memahami sebuah konsep. *PhET Simulations* digunakan dalam kegiatan inti pembelajaran pada tahapan mengembangkan konsep untuk melihat perkembangan pengetahuan peserta didik terhadap konsep yang dipelajari dengan mengidentifikasi kesalahan yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, *PhET Simulations* dijadikan sebagai alat bantu pembelajaran fisika yang memperkuat pemahaman sebuah konsep dengan mempertimbangkan kebutuhan yang harus dipenuhi dalam modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Simulasi yang digunakan yaitu bentuk dan perubahan energi, berikut tampilan simulasi yang digunakan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Simulasi *PhET* Bentuk dan Perubahan Energi

Sumber: <https://phet.colorado.edu>

2.1.5 Keterkaitan Modul Ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) Menggunakan Model Pembelajaran *Discovery Learning* Berbantuan *PhET Simulations* Terhadap Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Materi Energi Alternatif

Hasil belajar kognitif merupakan sebuah indikator dalam mengukur pengetahuan, pemahaman, serta penguasaan sebuah konsep yang diajarkan kepada peserta didik setelah proses pembelajaran dilakukan. Upaya peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik harus terus diperhatikan, salah satu caranya yaitu diperlukannya sebuah modul ajar. Salah satu modul ajar yang bisa mendukung dan menunjang dari upaya peningkatan tersebut salah satunya adalah modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT).

Modul ajar HLT memiliki fokus terhadap perkembangan peserta didik secara bertahap. Pembelajaran dilakukan dengan menduga dan mengantisipasi dari jawaban peserta didik sehingga diberikan lintasan atau jalur sehingga tujuan yang diharapkan akan tercapai. Penggunaan HLT mampu mengembangkan kompetensi berpikir peserta didik sehingga meminimalisir adanya kesalahpahaman konsep. Adanya alur atau lintasan belajar memberikan gambaran terkait permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran sehingga bisa dievaluasi serta diperbaiki untuk mendapatkan hasil belajar peserta didik yang lebih baik (Ali et al., 2024).

Prinsip HLT dilakukan berdasarkan pada perkembangan pengetahuan, karakteristik peserta didik, dan materi yang diajarkan. Oleh karena itu dalam pelaksanaannya dibuat aktivitas yang sudah dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Dalam mengatasi permasalahan yang mungkin terjadi pada peserta didik, dibuat antisipasi dengan cara memberikan penjelasan yang lebih sederhana pada masalah yang dihadapi peserta didik. Penerapan modul ajar HLT dalam pembelajaran fisika memungkinkan adanya sebuah cara baru dalam membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan mereka.

Integrasi modul ajar HLT bisa didukung dengan adanya penggunaan model pembelajaran sebagai kerangka kerja terstruktur sebagai implementasi lebih lanjut dari modul ajar itu sendiri. Penggunaan model pembelajaran dipilih berdasarkan prinsip dan karakteristik HLT itu sendiri, salah satu model yang bisa digunakan

yaitu model *Discovery Learning*. Perkembangan pengetahuan peserta didik yang terdapat dalam HLT memiliki relevansi dengan model *Discovery Learning* itu sendiri yaitu perkembangan pengetahuan dilakukan secara mandiri dengan berbasis penemuan atau eksplorasi.

Penggunaan simulasi seperti *PhET Simulations* bisa memberikan penguatan pemahaman serta alat bantu pembelajaran bagi peserta didik, sehingga perkembangan pengetahuan bisa diperhatikan secara bertahap dari setiap aktivitas yang dilakukan. Alur yang sudah dibuat berdasarkan materi yang diajarkan (dalam hal ini adalah materi energi alternatif) memberikan dugaan terkait dengan rintangan yang menyebabkan peserta didik terkendala dalam pemahaman pada suatu konsep. Kendala yang dialami peserta didik bisa diantisipasi dengan menggunakan memberikan perumpamaan atau contoh konkret yang dijelaskan lebih sederhana.

Modul ajar HLT terbagi menjadi beberapa rencana pembelajaran yang bertujuan untuk mengoptimalkan hasil belajar kognitif peserta didik. Rencana pembelajaran tersebut memiliki keterkaitan tersendiri dengan tiap sintaks pada model *Discovery Learning*. Rencana awal dalam HLT yaitu mengidentifikasi konsep awal. Pada tahapan ini, terdapat aktivitas yang melibatkan pengenalan konsep awal kepada peserta didik. Tahapan mengidentifikasi konsep awal terletak pada level kognitif C1 (mengingat). Tujuannya yaitu untuk mengaitkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan baru, dengan kata lain memberikan stimulus terhadap pengetahuan awal peserta didik. Menurut penelitian yang dilakukan Dong et al. (2020), pengetahuan awal dari peserta didik bisa mengurangi beban kognitif yang nantinya mengarah pada proses belajar yang baik. Menurut Anderson & Krathwohl (2001) pada level kognitif C1 (mengingat), fase ini akan melatih kemampuan peserta didik dalam mengingat konsep yang fundamental sebelum ke level kognitif yang lebih tinggi.

Pada tahapan menggali pemahaman konsep, media bisa dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam fase tersebut. Penggunaan media seperti video, gambar, dan data permasalahan yang bisa membantu peserta didik dalam membangun pemahaman terkait dengan energi alternatif. Media visual terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik, karena informasi yang diproses oleh otak akan lebih

efisien. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Qasserras (2024), penggunaan media visual seperti gambar dan video efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Selain itu, penggunaan media visual bisa meningkatkan kualitas pembelajaran.

Rencana pembelajaran terkait mengembangkan konsep bertujuan untuk memberikan penerapan materi energi alternatif dalam kehidupan sehari-hari. Proses mengembangkan konsep dilakukan simulasi berupa pengaplikasian dalam kehidupan nyata. Peserta didik akan mengalami perubahan pengetahuan dari ranah teoretis menjadi praktis. Peserta didik akan memiliki kesempatan untuk mencari data mengenai keterkaitan teori dengan praktiknya dalam kehidupan nyata dengan melakukan eksplorasi atau penemuan berbasis eksperimen atau simulasi. Penelitian menunjukkan bahwa simulasi sudah banyak dilakukan dalam dunia pendidikan (Qasserras, 2024). Eksperimen atau simulasi bisa membangun pemahaman peserta didik terhadap konsep yang kompleks. Simulasi fisika yang digunakan untuk membantu mengembangkan konsep berupa *PhET Simulations*. Menurut Anderson & Krathwohl (2001), pada level kognitif C3 peserta didik bisa mengaplikasikan sebuah konsep. Maka pada fase ini, peserta didik bisa mengaplikasikan teori ke dalam konteks praktik.

Rencana pembelajaran HLT terkait menghubungkan konsep yang sudah ada dengan konsep yang lebih luas dirancang dengan menggunakan diskusi. Peserta didik mengolah data dari eksplorasi atau penemuan yang didapatkan yang nantinya diverifikasi serta ditarik kesimpulan untuk membuktikan bahwa teori yang ditemukan sesuai dengan yang diharapkan. Rencana pembelajaran ini juga diberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menganalisis konsep yang diberikan. Proses pembelajaran kolaboratif dengan cara diskusi mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Xu et al., 2023). Menurut Anderson & Krathwohl (2001), level kognitif C4 (menganalisis) melibatkan kemampuan untuk memecah materi menjadi beberapa bagian dan menentukan bagian-bagian tersebut agar saling berhubungan.

Berikut keterkaitan antara modul ajar pembelajaran *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) terhadap hasil belajar kognitif peserta didik seperti yang tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keterkaitan Modul Ajar HLT Menggunakan Model *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif

Rencana Pembelajaran HLT	Model Discovery Learning	Keterkaitan	<i>PhET Simulations</i>	Hasil Belajar Kognitif
Mengidentifikasi konsep awal	<i>Stimulations</i> (Memberikan Stimulus Awal)	Kegiatan yang menampilkan pertanyaan, gambar, video, dan pengarahannya oleh guru bisa menstimulasi peserta didik untuk bisa mengingat dan memahami materi yang diajarkan.		C1 & C2
Menggali pemahaman konsep	<i>Problem Statement</i> (Pernyataan/Identifikasi masalah)	Pemberian data atau grafik serta penjelasan tentang penggunaan minyak bumi dan batu bara serta pertanyaan studi kasus bisa melatih proses level pemahaman peserta didik.		C2
Mengembangkan konsep	<i>Data Collecting</i> (Mengumpulkan Data)	Kegiatan pengklasifikasian sumber energi terbarukan dan tak terbarukan serta memberikan contoh penerapan dan mengumpulkan data bisa	Penggunaan <i>PhET Simulations</i> dalam pengklasifikasian sumber energi bisa memberikan gambaran kepada peserta	C3

Rencana Pembelajaran HLT	Model Discovery Learning	Keterkaitan	PhET Simulations	Hasil Belajar Kognitif
		melatih peserta didik untuk mengaplikasikan dan mengklasifikasikan sumber energi.	didik terkait penerapan sumber energi serta mekanisme atau cara kerja dari pemanfaatan sumber energi tersebut.	
Menghubungkan konsep dengan konteks yang lebih luas	• <i>Data Processing</i> (Mengolah Data) • <i>Verificaion</i> (Verifikasi Data) • <i>Generalization</i> (Menyimpulkan)	Pemberian satu sumber energi kemudian dianalisis dengan teknik SWT (<i>Strenght, Weakness, Threats</i>) bisa melatih peserta didik untuk menganalisis dari satu sumber energi dengan teknis analisis tersebut.		C4

2.1.6 Materi Energi Alternatif

A. Pengertian Energi Alternatif

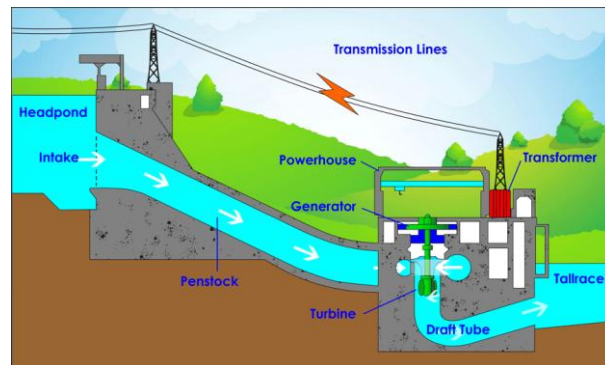
Energi baru dan terbarukan (EBT) yaitu pengelolaan energi yang berasal dari proses alam yang terjadi secara berkelanjutan dan pada akhirnya dijadikan sebagai energi alternatif. Selain dari sumber alam yang terus berlanjut, energi baru dan terbarukan ini juga bermanfaat serta berkontribusi dalam mengatasi pemanasan global dan mengurangi emisi karbon dioksida yang berlebihan. Energi alternatif merupakan energi yang berasal dari sumber alam yang memiliki regenerasi atau bisa cepat dipulihkan kembali melalui proses alami dan terjadi secara terus menerus. Seperti sinar matahari, panas bumi, air, dan biomassa. Sehingga dengan mengetahui sumber energi alternatif, bisa mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang bisa saja habis jika digunakan dalam waktu yang panjang (Padang et al., 2020).

B. Sumber Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang bisa digantikan dengan proses alami dan membutuhkan kurun waktu yang sebanding dengan penggunaan energi tersebut. Kemungkinan untuk energi tersebut bisa dikatakan kecil karena adanya proses pemulihan sumber energi secara alami. Terdapat beberapa sumber energi terbarukan yang ada di dunia ini, diantaranya sebagai berikut.

1) Energi Air

Air merupakan sebuah sumber energi yang paling banyak tersedia di muka bumi, sumber air ini sudah banyak digunakan di beberapa tempat untuk dijadikan sebuah alat yang sangat bermanfaat salah satunya adalah untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) terutama di Indonesia. Prinsip secara sederhana dari PLTA ini yaitu memanfaatkan ketinggian dari kondisi geografis yang ada. Air akan mengalir dari permukaan yang lebih tinggi akan dibendung dan kemudian dialirkan menuju tempat yang lebih rendah untuk memutar turbin yang terdapat pada alat tersebut. Turbin yang berputar akan menghasilkan energi listrik yang bisa berguna untuk berbagai macam kegiatan di wilayah sekitarnya. Prinsip kerja dari PLTA bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Prinsip PLTA

Sumber: <https://www.anakteknik.co.id>

2) Energi Biogas

Biogas menjadi sumber energi alternatif karena biogas ini berasal dari limbah organik yang diolah dengan melalui proses anaerobik yang dibantu dengan bakteri tanpa adanya oksigen. Sumber energi biogas ini bisa berasal dari makhluk hidup berupa kotoran hewan ternah seperti sapi, dari sampah dedaunan, dan berasal dari organisme lain yang belum lama mati. Adapun tahapan dari proses biogas yang berasal dari bahan organik bisa dilihat pada Gambar 2.3.



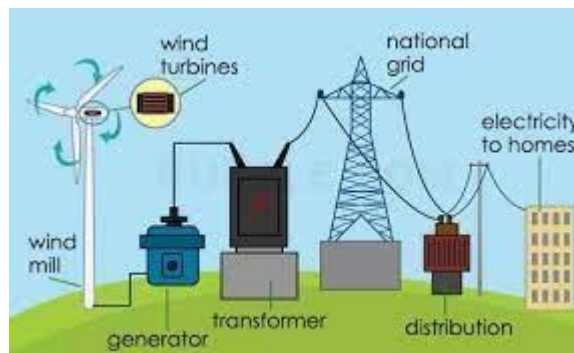
Gambar 2.3 Tahapan Produksi Biogas

Sumber: <https://depositphotos.com>

3) Energi Angin

Energi angin atau energi bayu merupakan sumber energi alternatif yang banyak dimanfaatkan dalam alat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang identik dengan menggunakan turbin sebagai bagian alat yang digerakan oleh angin sehingga menghasilkan energi listrik. Prinsip kerjanya secara garis besar yaitu

PLTB ini memanfaatkan angin dengan memutar kincir angin atau turbin angin dengan beberapa komponen di dalamnya sehingga menghasilkan energi listrik. Ilustrasi dari prinsip kerja PLTB ini bisa dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gambar 3 Prinsip PLTB

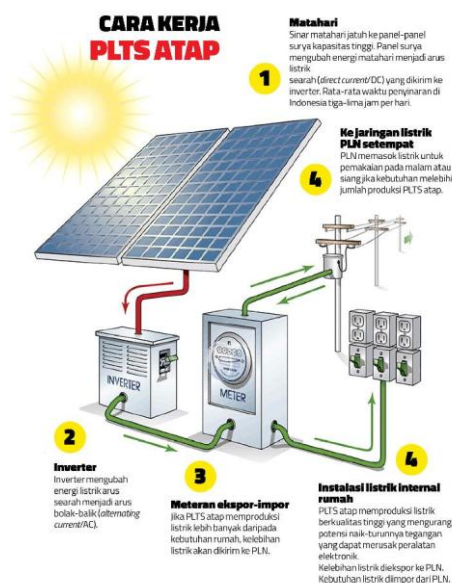
Sumber: <https://haloedukasi.com>

Secara rinci dijelaskan bahwa prinsip kerja pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) ini terjadi ketika angin yang datang akan menggerakkan turbin atau baling-baling yang terhubung ke generator. Generator akan menghasilkan sebuah energi listrik yang bergantung terhadap putaran atau bergantung pada kecepatan putaran dari turbin yang terkena angin. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator nantinya akan dinaikkan tegangan listriknya oleh transformator. Kemudian energi listrik yang sudah dinaikkan oleh transformator nantinya akan didistribusikan ke beberapa tempat untuk pemerataan energi listrik yang dibutuhkan pada daerah tersebut (Arifin et al., 2023).

4) Energi Matahari

Energi matahari bisa dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang terbarukan atau sebagai sumber energi terbarukan karena sinar matahari yang mencapai permukaan bumi memiliki beberapa manfaat dan potensi yang bisa digunakan sebagai sumber energi. Energi surya atau matahari ini bisa dijadikan sebagai bentuk energi lain dengan menggunakan alat tertentu yang bisa mengkonversi energi tersebut, salah satunya adalah panel surya. Panel surya biasanya digunakan dan dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Sinar matahari yang dipancarkan terhadap panel surya, akan menyerap dan menghasilkan energi listrik. Proses tersebut terjadi karena dalam panel surya terdapat materi semikonduktor

yang bisa mengubah energi panas menjadi listrik. Proses tersebut biasa disebut juga dengan *photovoltaic* (Arifin et al., 2023). Berikut prinsip kerja panel surya seperti pada Gambar 2.5.

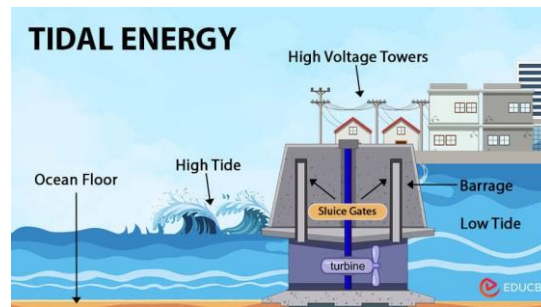


Gambar 2.5 Prinsip Kerja PLTS

Sumber: <https://folder.warungfiksi.net>

5) Energi Pasang Surut

Energi pasang surut termasuk kedalam sumber energi terbarukan karena dalam pemanfaatannya dengan menggunakan konsep energi kinetik yang terjadi ketika adanya beda ketinggian permukaan laut ketika sedang mengalami pasang dan surut. Secara garis besar prinsip kerja dari pemanfaatan pasang surut air laut yang diubah menjadi bentuk lain yaitu ketika air laut pasang, air yang pasang akan ditahan di belakang bendungan sehingga air terperangkap didalamnya sehingga terjadi perbedaan ketinggian antara air yang ditahan di belakang bendungan dengan air laut, kemudian ketika air laut surut, air yang ada di belakang bendungan akan mengalir melalui celah yang didalamnya terdapat turbin, turbin tersebut akan bergerak yang nantinya akan dirubah menjadi energi listrik yang disalurkan ke tower tegangan listrik yang berkekuatan tinggi.

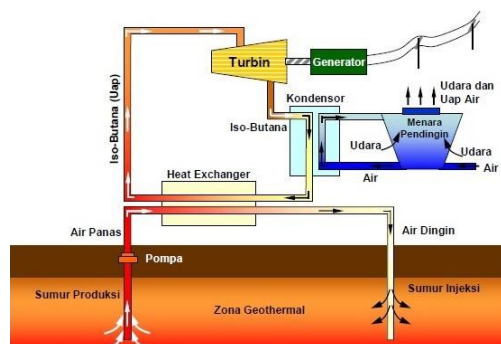


Gambar 2.6 Prinsip Energi Pasang Surut Air Laut

Sumber: <https://www.educba.com>

6) Energi Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan salah satu sumber energi terbarukan, karena pada dasarnya bumi memiliki suhu yang sangat panas di dalam inti bumi. Panas bumi bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi yang masih belum banyak digunakan, salah satu pemanfaatan sumber energi panas bumi ini dimanfaatkan dengan menggunakan alat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). PLTP hampir mirip dengan pembangkit listrik tenaga batu bara, tetapi pada PLTP tidak memerlukan bahan bakar batu bara untuk prosesnya. Sehingga berdampak positif terhadap lingkungan dan sumber dayanya. Suhu bumi akan bertambah satu derajat celsius setiap 30 sampai 50 meter ke bawah permukaan tanah, suhu inilah yang membuat air yang ada di bawah permukaan bumi akan merambat atau bergerak ke sela-sela batuan yang sangat panas sehingga air tersebut berubah menjadi uap karena suhu yang tinggi. Perhatikan prinsip kerja PLTP pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Prinsip Kerja PLTP

Sumber: <https://www.indonesiare.co.id>

Secara sederhana prinsip kerja pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) ini berasal dari uap yang Secara sederhana prinsip kerja pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) ini berasal dari uap yang ada di bawah tanah akan bergerak ke permukaan bumi melalui lubang yang telah dibor dan dipasang pipa sebagai saluran uap tersebut bias bergerak, uap tersebut akan menggerakkan turbin yang sudah dihubungkan dengan generator yang berfungsi sebagai alat yang merubah energi gerak dari turbin menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip elektromagnetik. Penggunaan PLTP ini bisa dibangun dan digunakan dengan memperhatikan tempat pembuatannya, karena tidak semua tempat memiliki potensi sebagai sumber energi panas bumi, karena pada dasarnya energi panas bumi ini memerlukan panas yang tersimpan di bawah permukaan bumi sehingga proses pengeboran juga harus dipertimbangan supaya panas yang didapatkan akan maksimal untuk penggunaan PLTP ini.

C. Sumber Energi Tak Terbarukan

Energi tak terbarukan merupakan kebalikan dari sumber energi terbarukan. Energi tak terbarukan memiliki keterbatasan dalam ketersediaannya di bumi dan pergantian atau pemulihan sumber energi ini membutuhkan kurun waktu yang sangat lama yang terjadi dalam proses alaminya. Sehingga ketika ketersediaan sumber energinya berkurang terus menerus, maka ketersediaan sumber energinya akan habis. Sumber energi tak terbarukan berasal dari bahan bakar fosil yang terbentuk secara alami dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang hidup pada zaman purba dengan kurun waktu jutaan tahun yang lalu. Berikut beberapa sumber energi tak terbarukan yang ada di Bumi.

1) Minyak Bumi



Gambar 2.8 Minyak Bumi

Sumber: <https://ajaib.co.id>

Minyak bumi merupakan salah satu energi tak terbarukan karena dalam proses pemulihan atau pembentukan kembali minyak bumi ini membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga tidak sebanding dengan penggunaan minyak bumi yang sampai sekarang masih banyak digunakan di dunia, terutama di Indonesia. Hidrokarbon merupakan komponen utama yang terdapat dalam minyak bumi. Minyak bumi biasanya digunakan atau dimanfaatkan untuk menjadi keperluan lain, berikut beberapa manfaat minyak bumi yaitu.

a) Bahan Bakar Minyak (BBM).

Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi sebuah olahan sumber energi yang berasal dari minyak bumi dan masih banyak digunakan sampai sekarang sebagai bahan kendaraan bermotor. Dalam penggunaannya, minyak bumi diproses melalui beberapa tahap yang dimulai dari tahap penyulingan sampai ditahap akhir terbentuklah bahan bakar residu (seperti bensin, solar, serta minyak tanah).

b) Bahan Baku Porduk Kecantikan.

Beberapa produk kecantikan yang berasal dari minyak bumi yang sudah melalui beberapa tahapan dan proses sehingga bisa layak untuk digunakan sebagai produk kecantikan yang aman untuk digunakan, contohnya seperti pada make up, cat kuku, dan cat rambut.

c) Bahan Baku Bangunan.

Minyak bumi juga banyak digunakan sebagai bahan baku bangunan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bahan baku bangunan yang menggunakan minyak bumi sebagai salah satu bahan bakunya yaitu aspal (bitumen), dan beberapa material petrokimia yang biasanya digunakan dalam beberapa produksi bangunan seperti pipa, cat, genteng, dan serat sintetis yang biasa digunakan untuk karpet.

2) Gas Alam/Gas Bumi

Gas alam atau gas bumi terbentuk dari jutaan tahun lalu yang berasal dari bakar fosil berupa uap, uap tersebut terbentuk karena adanya pembusukan dari tumbuhan dan hewan pada zaman purba. Pembusukan tersebut nantinya akan menghasilkan zat-zat organik yang bisa saja terperangkap diantara sela-sela bebatuan sampai berada di perairan atau laut. CH_4 atau metana merupakan komponen atau unsur

utama yang menyusun gas alam atau gas bumi ini. Gas bumi memiliki beberapa manfaat seperti berikut.

- a) Bahan bakar dalam memasak (LPG/*Liquified Petroleum Gas*), identik dengan bau yang menyengat. Selain LPG, gas alam juga dimanfaatkan untuk *Compressed Natural Gas* (CNG) dan *Coal Bed Methane* (CBM)
- b) Bahan bakar industri, seperti pada industri pembuatan baja serta besi, kertas, plastik, dan alat pemadam kebakaran.
- c) Bahan bakar pembangkit listrik tenaga gas (PLTG), sumbernya berasal dari gas alam atau gas bumi dengan prinsip kerjanya merubah energi gerak dari turbin menjadi energi listrik.

3) Batu Bara



Gambar 2.9 Batu Bara

Sumber: <https://petrotrainingasia.com>

Batu bara merupakan sumber energi yang tak terbarukan. Terbentuk dari batuan sedimen yang ada pada masa prasejarah atau pada zaman purba. Batuan sedimen berasal dari sisa tumbuhan pada masa itu yang terjadi secara biokimia, fisika, dan kimia yang terjadi pada suhu dan tertentu. Unsur utama yang ada pada batu bara umumnya terdapat tiga unsur yaitu karbon, hidrogen, dan oksigen. Batu bara di Indonesia dijadikan sebagai komoditas ekspor utama karena ketersediaan dari batu bara ini cukup melimpah di negara Indonesia. Batu bara termasuk ke dalam sumber energi tak terbarukan karena ketersediaan batu bara meskipun melimpah akan sangat sulit untuk ditemukan kembali atau diperoleh kembali secara alami, sehingga ketersediaan batu bara akan berkurang seiring dengan waktu dan penggunaannya. Beberapa manfaat dari batu bara yaitu sebagai berikut.

- a) Sebagai komponen produksi industri seperti baja, semen, keramik.

- b) Sebagai bahan bakar transportasi, tidak semua transportasi menggunakan bahan bakar batu bara, kebanyakan menggunakan minyak bumi (BBM), salah satu bahan bakar yang berasal dari olahan batu bara adalah bahan bakar cair *Coal Water Mixture* (CWM) yang bisa digunakan sebagai pengganti BBM.
- c) Penghasil gas alam, batu bara diekstraksi dan diolah melalui beberapa proses yang nantinya bisa dijadikan sebagai gas alam yang bisa digunakan pada industri dan juga pada pembangkit listrik tenaga gas (PLTG)
- d) Sebagai bahan bakar pembangkit listrik terutama pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), PLTU umumnya menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama dalam proses kerjanya, termasuk di Indonesia juga menerapkan bahan bakar batu bara di PLTU.
- e) Menghasilkan mineral lain. Sisa pembakaran batu bara akan menghasilkan senyawa mineral seperti naftalena yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan resin, plastik, dan insektisida. Senyawa mineral lainnya seperti fenol, biasanya digunakan dalam komponen obat kumur dan cairan pembersih.

Kelebihan dari sumber energi tak terbarukan yaitu bisa diproduksi dalam jumlah yang besar dengan adanya infrastruktur yang memadai dalam proses produksinya. Sumber energi tak terbarukan menyediakan pasokan sumber energi yang bisa dikatakan stabil dan bisa diandalkan, berbeda dengan sumber energi terbarukan yang bergantung pada kondisi cuaca serta proses alami dari sumber energi terbarukan itu sendiri. Kelebihan yang ada pada sumber energi tak terbarukan tidak lepas dari kekurangan serta konsekuensi yang diakibatkan. Kebergantungan kepada sumber energi tak terbarukan menyebabkan ketersediaan energi ini akan menipis, sehingga inilah yang menjadi kekurangan dari energi tak terbarukan. Sumber energi tak terbarukan tidak bisa pulih secara alami seperti energi terbarukan, sehingga ketika permintaan semakin banyak, ketersediaan energi tak terbarukan akan berkurang bahkan habis, sehingga perlu adanya sebuah alternatif baru.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Wiryanto et al., (2024), menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan modul ajar pembelajaran *Hypothetical*

Learning Trajectory (HLT) berbasis *Ethno-Realistic Mathematics Education* berbantuan media seni Damar Kurung dapat memberikan suatu gambaran pembelajaran yang lebih efektif, pembelajaran yang efektif akan menghasilkan hasil belajar yang baik. Pembelajaran dengan menggunakan HLT ini bisa meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman pada peserta didik.

Penelitian yang dilakukan oleh Putri et al., (2023), mengemukakan bahwa peserta didik terlihat antusias dan mengikuti pembelajaran secara aktif dengan mengikuti kegiatan secara berkelompok dengan menggunakan *learning trajectory* sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal setelah proses pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Hidayati et al., (2022), menyimpulkan bahwa HLT yang diujicobakan dengan menunjukkan lintasan belajar pada sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV) dengan pendekatan *realistic mathematics education* (RME), memberikan hasil akhir peserta didik dapat menerapkan konsep materi SPLDV yang diterapkan pada konteks yang berbeda yang diperoleh berdasarkan pengalaman belajar peserta didik itu sendiri. Pengalaman belajar itulah yang memperkuat pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Astuti & Wijaya, (2021), menyimpulkan bahwa hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbasis proyek dapat memfasilitasi dan juga meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi definisi himpunan. Dilakukan melalui serangkaian aktivitas yang sudah diatur sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Sukowati et al., (2023), menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME) memiliki pengaruh yang terhadap pemahaman konsep antara kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dibandingkan dengan kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan. Dengan nilai signifikansi yaitu 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan.

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penerapan modul ajar pembelajaran HLT ini masih difokuskan pada pembelajaran matematika, sehingga tidak banyak digunakan dalam pembelajaran fisika. Selain itu, belum ada penelitian yang mengkaji terkait dengan

pengaruh modul ajar pembelajaran *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik. Oleh karena itu, peneliti akan mengkaji terkait dengan pengaruh modul ajar pembelajaran *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi energi alternatif.

2.3 Kerangka Konseptual

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan di SMA Negeri 1 Tasikmalaya menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif peserta didik masih tergolong rendah, berdasarkan nilai sumatif yang diperoleh pada tahun ajaran 2025/2026 pada pelajaran fisika masih ada beberapa peserta didik yang belum memenuhi syarat ketercapaian nilai atau Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang sudah ditetapkan oleh sekolah dan guru mata pelajaran. Hal tersebut diakibatkan karena kurangnya interaksi secara aktif peserta didik dalam pembelajaran dan cara penyampaian yang berpusat kepada guru sehingga tidak banyak interaksi sosial yang terjadi antara peserta didik dengan guru dan juga dengan sumber belajar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, modul ajar yang tepat perlu diaplikasikan untuk menunjang dan mengatur aktivitas pembelajaran agar bisa dilakukan secara sistematis dan efisien. Modul ajar yang sistematis dan efisien bisa mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran yang ditentukan, salah satu modul ajar pembelajaran yang bisa digunakan yaitu modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Implementasi modul ajar HLT mempertimbangkan beberapa aspek seperti karakteristik peserta didik, materi yang diajarkan, dan aktivitas pembelajaran. Perkembangan pengetahuan peserta didik selama proses pembelajaran akan bisa diketahui sehingga guru bisa memberikan lintasan yang sudah dibuat sebelumnya beserta antisipasi dari dugaan yang mungkin terjadi dalam pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran bisa tercapai.

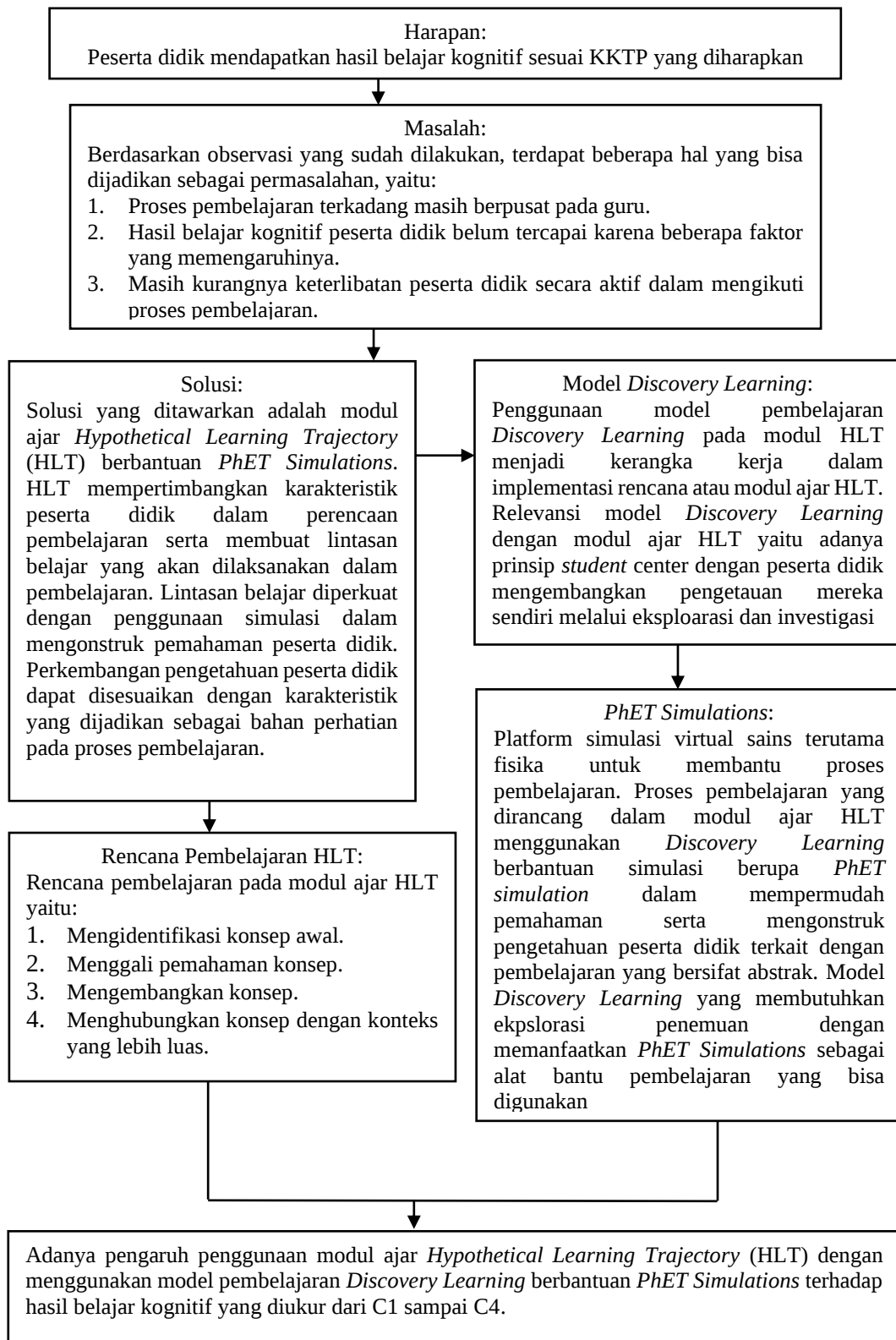
Penerapan HLT dilakukan dengan menggunakan perlakuan khusus yang sudah disesuaikan dengan materi pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan juga dugaan mengenai jawaban yang akan dijawab oleh peserta didik. Salah satu perlakuan khusus yaitu dengan menggunakan sebuah simulasi yang berguna untuk

memberikan gambaran sederhana dari fenomena abstrak yang susah untuk dibayangkan. Simulasi yang diberikan kepada peserta didik membantu mengonstruksi dan memperkuat pemahaman peserta didik. Simulasi yang digunakan yaitu *PhET Simulations* berupa platform yang menyediakan simulasi virtual fenomena sains yang berguna dalam proses pembelajaran. Selain simulasi, antisipasi dari jawaban dan alur belajar juga perlu dibuat untuk meminimalisir dan mengatasi miskonsepsi yang kemungkinan terjadi ketika proses pembelajaran.

Penggunaan model pembelajaran *Discovery Learning* menjadi kerangka kerja dalam implementasi modul ajar HLT. Rencana aktivitas pada modul ajar HLT secara garis besar yaitu mengidentifikasi konsep awal, menggali pemahaman konsep, mengembangkan konsep, dan menghubungkan konsep dengan konteks yang lebih luas. Relevansi model *Discovery Learning* dengan modul ajar HLT yaitu adanya prinsip *student center* dengan peserta didik mengembangkan pengetahuan mereka sendiri melalui eksplorasi dan investigasi. Penggunaan *PhET Simulations* dalam modul ajar HLT terdapat pada bagian mengembangkan konsep sehingga terdapat hubungan yang saling membangun antara tahapan dan penggunaan simulasi tersebut.

Rencana pembelajaran pada hakikatnya merupakan sebuah pola umum atau rancangan dalam pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Modul ajar HLT dalam pembelajaran fisika sejalan dengan hakikat pembelajaran itu sendiri dengan mengintegrasikan komponen seperti tujuan pembelajaran, aktivitas yang dirancang secara sistematis, dan dugaan peserta didik dalam proses pembelajaran. Penggunaan HLT berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* dalam fisika bisa untuk mengaitkan konsep-konsep dalam fisika, seperti fenomena yang konkret dalam kehidupan nyata sampai fenomena yang lebih abstrak dengan melakukan penemuan ataupun eksplorasi. Proses dalam pembelajarannya dilakukan secara bertahap, sehingga masalah yang dihadapi peserta didik bisa diantisipasi dengan menggunakan analogi sederhana terkait konsep yang sulit dipahami peserta didik. Modul ajar pembelajaran HLT memiliki lintasan terarah untuk mencapai tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan materi yang disampaikan.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti menduga adanya pengaruh modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif yang diukur dari C1 sampai C4. Relevansi antara modul ajar, model pembelajaran serta simulasi bisa mengembangkan pengetahuan peserta didik dengan melakukan penemuan serta eksplorasi. Ketiga aspek tersebut menjadi saling melengkapi, baik dari modul ajar HLT itu sendiri maupun model *Discovery Learning* yang menekankan pada proses penemuan sendiri oleh peserta didik yang dibantu dengan *PhET Simulations* yang berpengaruh pada peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik. Kerangka konseptual yang dilakukan dalam penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

H_0 : tidak ada pengaruh modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi energi alternatif di Kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.

H_a : ada pengaruh modul ajar *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) berbantuan *PhET Simulations* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada materi energi alternatif di Kelas X SMA Negeri 1 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.