

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

1.2.1 Model Pembelajaran *Double Loop Problem Solving (DLPS)*

Model pembelajaran *Double Loop Problem Solving (DLPS)* merupakan sebuah proses pembelajaran dan konsep yang melibatkan peserta didik untuk berpikir lebih dalam tentang pendapat yang diyakini mereka Indriani, (2020). DLPS adalah evolusi lebih lanjut dari konsep *Double Loop Learning* yang pertama kali dikembangkan oleh Argyris dan Schon. DLPS fokus pada penyelesaian masalah yang kompleks dan tak terstruktur, diubah menjadi alat efektif dalam pemecahan masalah. Konsep *Double-Loop Learning* pertama kali dijelaskan dalam literatur akademis sebagai bagian dari teori pembelajaran yang membedakan antara pembelajaran dalam satu siklus (*single loop*) dengan pembelajaran dalam dua siklus (*double-loop*) Batulieu, (2023). Model pembelajaran DLPS merupakan salah satu komponen terciptanya proses pembelajaran berbasis masalah, dimana pembelajarannya berfokus mengidentifikasi penyebab utama dari suatu masalah, menurut Widiawati, Susongko, dan Widiyanto dalam jurnal Permata et al. (2021) model pembelajaran DLPS populer karena mendorong peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam pendidikannya. Permata et al. (2021). Tujuan utama dari proses pembelajaran model DLPS adalah penugasan masalah yang selanjutnya akan diteliti dan dipecahkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatifnya Permata et al. (2021). Model pembelajaran DLPS menitikberatkan pada aspek pengumpulan informasi, interpretasi data, optimalisasi pemanfaatan informasi, dan memberikan peluang kepada peserta didik untuk mendapatkan pengetahuan, pengalaman, eksplorasi, serta pengenalan terhadap berbagai alternatif solusi jawaban Permata et al. (2022).

Model DLPS juga melibatkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dengan fokus pada penyelesaian masalah melalui dua *loop* pemecahan yang berbeda tetapi saling terkait. Model ini lebih menitikberatkan pada penemuan faktor penyebab utama suatu masalah, yang menjadi dasar untuk menentukan solusi utama dalam menanggulangi masalah tersebut. *Loop* solusi 1

digunakan untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang paling langsung dan selanjutnya merancang serta menerapkan solusi sementara. Sementara itu, *Loop* solusi 2 berupaya mengidentifikasi penyebab dengan tingkat kedalaman yang lebih tinggi, dan kemudian merancang serta melaksanakan solusi yang bersifat fundamental dari akar masalah. Proses pembelajaran Model Pemecahan Masalah *Double Loop* dimulai dengan analisis masalah yang dihadapi, dilanjutkan dengan pencarian dan analisis penyebab masalah dan solusi dari masalah yang dimaksud.

Sejumlah masalah tidak selalu harus menunggu solusi yang mendalam terhadap akarnya, karena terkadang masalah tersebut memerlukan penyelesaian cepat yang bersifat sementara. Dalam beberapa kasus, solusi sementara mungkin sudah memadai. Oleh karena itu, penerapan model pembelajaran DLPS dimaksudkan untuk memberikan bantuan dalam menghadapi situasi semacam ini. menyatakan bahwa sintaks suatu pembelajaran berisi langkah-langkah praktis yang harus dilakukan oleh guru dan peserta didik dalam pembelajaran. Sintak atau tahapan model pembelajaran DLPS yaitu sebagai berikut Permata et al. (2021) :

- a. Mengidentifikasi masalah, tahap ini peserta didik akan diberi sebuah permasalahan kemudian peserta didik mencari informasi terkait fakta dari permasalahan dan faktor penyebab masalah.
- b. Mendeteksi penyebab langsung, peserta didik akan mencari penyebab secara langsung masalah tersebut kemudian peserta didik akan mencari solusi yang sesuai dengan masalah yang ditemukan.
- c. Mengevaluasi solusi sementara, peserta didik akan berdiskusi mengenai keberhasilan solusi tersebut, kemudian mempertimbangkan kembali solusinya.
- d. Memutuskan untuk menganalisis akar masalah atau tidak, pada tahap ini peserta didik akan mempertimbangkan kembali hasil evaluasi kemudian peserta didik akan memutuskan apakah solusi dari permasalahan memerlukan tidak lebih lanjut atau langsung keakar masalah.
- e. Mendeteksi masalah jika dibutuhkan, pada tahap ini, peserta didik akan mencari penyebab masalah yang lebih tinggi dari masalah sebelumnya.
- f. Merancang solusi akar masalah, pada tahap ini Merancang solusi akar masalah, peserta didik pada tahap ini akan merancang solusi, solusi yang dirancang

bukan lagi solusi sementara tetapi solusi akhir yang mampu menyelesaikan permasalahan hingga tuntas.

Model pembelajaran Pembelajaran DLPS memiliki karakteristik yaitu terdapat loop pemecahan masalah yang saling berkaitan meliputi: Yolanda, (2016)

- a. Loop solusi tidak selalu dapat menemukan solusi langsung untuk setiap masalah, sehingga diperlukan pendekatan dengan solusi sementara untuk menangani situasi tersebut. Loop solusi awal ini dirancang untuk mengidentifikasi masalah dan menerapkan solusi sementara Yolanda, (2016).
- b. Loop solusi berikutnya mencakup upaya untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang lebih mendalam, diikuti dengan tugas untuk peserta didik merancang dan menerapkan solusinya. Proses penyelesaian ini menekankan perlunya peserta didik mengamati akar permasalahannya secara lebih rinci, sehingga proses identifikasi dilakukan dengan lebih mendalam guna menemukan akar permasalahan. Pada tahap ini, peserta didik akan terlibat dalam kegiatan yang akan menghasilkan solusi konkret untuk penyelesaian masalah, sehingga dari solusi tersebut, permasalahan yang terinci dan mudah dipertanggungjawabkan dapat diidentifikasi Yolanda, (2016).

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran dengan menggunakan DLPS memiliki dua tahap. Tahap pertama adalah loop solusi awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah dan memberikan solusi sementara guna menangani situasi tersebut. Kemudian, tahap kedua melibatkan loop solusi berikutnya yang lebih mendalam, dengan upaya untuk mengidentifikasi penyebab masalah secara lebih rinci. Pada tahap ini, peserta didik diajak untuk merancang dan menerapkan solusi konkret berdasarkan pemahaman akar permasalahan. Kesimpulannya, pendekatan ini menggabungkan solusi sementara dan pemahaman mendalam terhadap akar permasalahan untuk mencapai penyelesaian masalah yang lebih komprehensif dan berkelanjutan.

Kelebihan model DLPS menurut (Ramadhana et al., 2018) yaitu sebagai berikut :

- a. Mampu mengidentifikasi akar penyebab munculnya suatu permasalahan, baik yang bersumber dari faktor internal maupun eksternal.

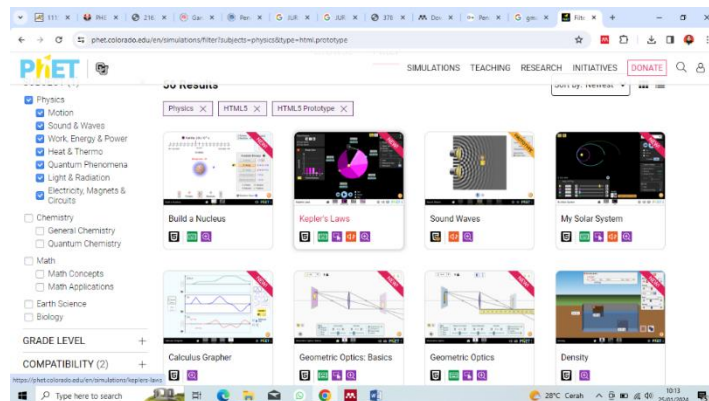
- b. Memberikan keterampilan kepada peserta didik dalam menyampaikan alasan atau faktor penyebab suatu masalah; proses pembelajaran ini memberikan latihan dan mengembangkan orisinalitas ide, kreativitas, tingkat kognitif tinggi, kemampuan berkomunikasi dan berinteraksi dalam situasi krisis, berbagi, keterbukaan, dan sosialisasi.
- c. Model ini dapat menjadikan pendidikan di lingkungan sekolah lebih sesuai dan relevan dengan kehidupan, terutama dalam konteks dunia kerja.
- d. Pembelajaran melalui pendekatan pemecahan masalah dapat membekali peserta didik dengan kecakapan untuk menghadapi dan menyelesaikan berbagai masalah dengan terampil, baik dalam konteks kehidupan keluarga, masyarakat, maupun karier di masa depan, yang memiliki nilai yang sangat penting bagi kehidupan manusia.
- e. Peserta didik diharapkan mampu melakukan improvisasi dalam merancang berbagai metode, pendekatan, atau cara yang beragam untuk mendapatkan solusi yang berbeda-beda.
- f. Mendorong pengembangan kemampuan berpikir kreatif dan komprehensif peserta didik dengan merangsangnya untuk melakukan pemikiran mendalam pada berbagai aspek permasalahan selama proses pembelajaran, dengan tujuan menemukan solusi yang diperlukan.
- g. Membangun rasa persatuan di antara peserta didik melalui perbincangan akhir dalam menyelesaikan masalah.

Model DLPS, menurut Ramadhana ini memiliki sejumlah kelebihan yang mencakup kemampuan identifikasi akar penyebab permasalahan, pemberian keterampilan berpikir kreatif dan komprehensif kepada peserta didik, relevansi dengan kehidupan sehari-hari dan dunia kerja, serta pengembangan kemampuan improvisasi dalam merancang solusi yang beragam. Pendekatan ini tidak hanya membantu peserta didik menghadapi masalah dengan terampil, tetapi juga membentuk rasa persatuan melalui perbincangan akhir dalam menyelesaikan masalah. Dengan demikian, Model DLPS dinilai sebagai pendekatan pembelajaran yang dapat membekali peserta didik dengan kecakapan yang esensial untuk mengatasi berbagai tantangan dalam kehidupan mereka.

1.2.2 Aplikasi *PhET Simulation*

Media *Physics Education Teknologi* (PhET) Simulation merupakan rancangan struktur animasi yang bisa dipakai untuk tercapainya tujuan belajar fisika. PhET dikembangkan secara khusus oleh profesional untuk memudahkan guru fisika dalam menyampaikan materi pembelajaran Rahayu et al. (2023). Selain bertujuan untuk memfasilitasi penyediaan materi bagi guru fisika, PhET juga membantu untuk meningkatkan pemahaman materi bagi siswa, terutama yang terkait dengan alam. Disamping itu media *PhET* dengan menggunakan komputer atau laptop juga memudahkan siswa untuk melakukan eksperimen, terutama eksperimen yang sulit serta menggunakan alat yang mahal dan sulit ditemukan. Pada media *PhET* terdapat gambar yang dapat digerakkan dirancang sebagai permainan dan bisa diaplikasikan siswa saat aktivitas belajar berlangsung. Media ini juga berfokus untuk menghubungkan alam didunia nyata dan sains dasar serta berupaya menciptakan strategi fisik konseptual yang cepat dipahami siswa. Karena itu, siswa dapat belajar secara interaktif layaknya sebuah permainan, dimana siswa dapat belajar sambil mempraktikkannya.

Physics Education Teknologi (PhET) merupakan sebuah proyek di Universitas Colorado yang mengembangkan sebuah alat simulasi yang difokuskan pada pembelajaran fisika namun demikian *PhET* juga menyediakan beberapa simulasi untuk pembelajaran kimia, biologi, matematika dan sains lainnya. Simulasi ini menyediakan banyak setingan pembelajaran, meliputi aktivitas dosen, individual atau kelompok kecil, tugas rumah dan laboratorium. Simulasi *PhET* di bagi dalam beberapa kategori seperti gerak; usaha, energi dan daya; bunyi dan gelombang; kalor dan termodinamika; listrik dan rangkaian; cahaya dan radiasi; fenomena kuantum; kimia; alat matematika. seperti Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Tampilan *PhET Simulation*

Sumber: Verdian et al. (2021)

Kelebihan lain dari simulasi *PhET* adalah simulasi ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berinteraksi dengan visual dinamis, mengizinkan peserta didik untuk fokus dalam mengeksplorasi inkuiri, memberikan feed back yang cepat, memiliki banyak representasi, menghubungkan makroskopis, mikroskopik dan representasi simbolis Riantoni et al. (2019). Jadi simulasi ini juga menciptakan sebuah pemahaman yang menyangkut sebuah visualisasi dari fenomena dan banyak hubungan antar pengetahuan.

Dalam keterampilan pemecahan masalah, bantuan *PhET* sebagai laboratorium virtual dapat meningkatkan akses peserta didik untuk menghasilkan konsep dan mempresentasikannya serta memaksa peserta didik untuk produktif. Selain itu laboratorium virtual lebih baik dari laboratorium nyata karena menyediakan respon yang tepat dan lebih mudah dalam membangun rangkaian. Seperti dalam jurnal Riantoni et al. (2019) Salah satu contoh penelitian menggunakan *PhET* adalah pada materi interferensi gelombang. Hasil penelitian menghasilkan bahwa dengan *PhET* peserta didik dapat mengeksplor simulasi secara bebas dan intuitif, selain itu juga membuat peserta didik berpikir seperti seorang peneliti yang berguna untuk mempermudah dalam memahami ide-ide ilmiah.

1.2.3 Keterampilan Pemecahan Masalah

Bagi Robert L. Solso, pemecahan masalah merupakan suatu tindakan berupa pemikiran yang diarahkan secara langsung untuk memperoleh suatu solusi ataupun jalan keluar dalam suatu permasalahan. Lila, (2018). Menurut Polya dalam

(Lila, 2018) “Pemecahan masalah merupakan salah satu untuk mencari jalan keluar dari sebuah kesulitan untuk bisa mencapai tujuan dengan segera, klaim Polya. Adapun menurut Gunantara Kemampuan pemecahan masalah ini adalah suatu potensi yang dimiliki setiap peserta didik dalam proses memecahkan suatu permasalahan kemudian mereka akan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Lila, (2018).

Menurut Kesumawati kemampuan pemecahan masalah matematika merupakan sebuah keterampilan meneliti ataupun mengidentifikasi terkait unsur-unsur yang diketahui, dalam klaiman kesumawati juga setelah proses pemecahan masalah peserta didik akan mampu membuat ataupun menyusun model untuk strategi ke depan dalam penyelesaian masalah. Lila, (2018). Pendekatan pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah melibatkan beberapa elemen yang saling terkait. Pertama-tama, peserta didik akan mendapatkan pengajaran mengenai strategi pemecahan masalah yang umum, berdasarkan temuan dari berbagai penelitian dan literatur pendidikan yang menggambarkan karakteristik efektif dalam menyelesaikan masalah fisika. Di bawah ini ada empat komponen dasar pendekatan keterampilan pemecahan masalah menurut Heller & Heller, (2010)

a. The prescribed problem-solving strategy

Banyak penelitian yang telah membandingkan strategi pemecahan masalah yang digunakan oleh ahli fisika dan orang yang baru memulai. Orang yang baru belajar umumnya memulai dengan menyelidiki aljabar dan solusi numerik, menemukan serta memanipulasi persamaan, dan menyelesaikan masalah dengan memasukkan angka ke dalam persamaan hingga mereka menemukan kombinasi yang memberikan jawaban yang benar. Literatur pendidikan memberikan rekomendasi beragam strategi untuk membantu peserta didik mengintegrasikan aspek konseptual dan prosedural dari pemecahan masalah. Lima strategi pemecahan masalah tersebut mencakup visualisasi masalah, deskripsi fisika, perencanaan solusi, pelaksanaan rencana, dan langkah terakhir adalah cek dan evaluasi.

b. Context-rich problems

Rincian mengenai alasan pentingnya membangun konteks yang kaya dijelaskan secara lengkap dalam artikel terkait. Secara substansial, konteks tersebut berbentuk cerita pendek dan memberikan justifikasi untuk melakukan perhitungan kuantitas masalah dalam situasi dunia nyata. Beberapa alasan meliputi: 1) Masalah sering kali tidak secara eksplisit mengidentifikasi variabel yang tidak diketahui; 2) Terdapat lebih banyak informasi daripada yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah; 3) Meskipun informasi mungkin hilang, umumnya diketahui bahwa informasi tersebut dapat dengan mudah diperkirakan; dan 4) Dalam menyelesaikan masalah, sering kali diperlukan pembuatan asumsi yang masuk akal.

c. Cooperative group environment

Dalam bagian ini, peserta didik secara singkat mempelajari kolaborasi dalam kelompok kooperatif yang terdiri dari 3 atau 4 anggota. Komposisi kelompok diubah setiap kali mereka bertemu. Pada pertemuan pertama, kelompok ditentukan secara acak, tetapi pada pertemuan berikutnya, setelah tes pada pertemuan pertama, kelompok ditentukan berdasarkan tingkat kecerdasan peserta didik. Kelompok ini terdiri dari peserta didik dengan tingkat kecerdasan tinggi, sedang, dan rendah. Guru memantau kinerja setiap peserta didik dalam kelompok dan peserta didik diharapkan dapat merencanakan strategi dan perencanaan untuk memecahkan masalah sesuai peran masing-masing.

d. Testing and grading

Prosedur uji dan penilaian dirancang untuk meningkatkan kepentingan dalam menggunakan dan berkolaborasi dengan lima tingkat keterampilan pemecahan masalah. Setiap ujian terdiri dari dua bagian: 1) Penyelesaian masalah kontekstual oleh kelompok kolaboratif selama 50 menit, dan 2) Pertanyaan kualitatif singkat dan dua tugas kontekstual kaya yang diselesaikan secara individual dalam 50 menit pembelajaran pada hari berikutnya. Pada sebagian besar ujian, salah satu masalah kontekstual lebih sulit sementara yang lain lebih mudah. Pada tiga ujian pertama, peserta didik diminta untuk menyelesaikan tugas terlebih dahulu pada lembar latihan, dan kemudian pada lembar jawaban baku. Untuk masalah kelompok, peserta hanya perlu mengajukan satu solusi kepada

kelompoknya, dan setiap anggota kelompok diberikan nilai yang sama. Semua pertanyaan, baik kelompok maupun individu, dinilai dengan skala hingga 20 poin, di mana peserta dapat memperoleh nilai dengan mempraktikkan langkah-langkah keterampilan memecahkan masalah mereka dan menemukan solusi yang tepat. Untuk mengurangi persaingan dan mendorong kolaborasi, nilai huruf tidak bergantung pada kurva, tetapi pada kriteria yang ditetapkan (nilai A untuk 70 atau lebih, nilai B untuk 50-70, dan sebagainya).

Langkah-Langkah Keterampilan Pemecahan Masalah. Menurut (Heller & Heller, 2010) menyatakan bahwa langkah keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika dilakukan melalui lima tahap, yakni :

a. Visualize the problem

Dalam tahap memvisualisasikan atau mendeskripsikan masalah, peserta didik menggambarkan atau membuat representasi visual dari masalah fisika. Hal ini bertujuan agar mereka dapat mengategorikan variabel yang diketahui guna menemukan solusi untuk masalah tersebut.

b. Describe the problem in physics description

Pada langkah kedua ini, peserta didik mengubah masalah fisika yang telah mereka visualisasikan menjadi bentuk deskripsi.

c. Plan the solution

Pada langkah ketiga ini melibatkan perencanaan solusi, di mana peserta didik diminta untuk merencanakan solusi guna menyelesaikan masalah fisika dengan memanfaatkan konsep atau perhitungan matematis.

d. Execute the plan

Langkah keempat melibatkan pelaksanaan rencana yang telah disusun sebelumnya, dengan menerapkan konsep fisika atau perhitungan matematis.

e. Check and evaluate

Dalam tahap akhir ini, peserta didik mengevaluasi hasil dari perencanaan solusi pemecahan masalah dengan meninjau kelengkapan jawaban yang telah diperoleh.

Melanjutkan penjelasan tentang langkah-langkah keterampilan pemecahan masalah, Docktor et al. (2016) memberikan penjelasan yang lebih terperinci mengenai indikator keterampilan pemecahan masalah.

1) *Useful Description*

Pada langkah ini, penilaian dilakukan terhadap kemampuan penyelesaian masalah dalam menyusun informasi dari pernyataan masalah ke dalam representasi yang sesuai dan bermanfaat, yang merangkum informasi penting secara simbolis, visual, dan/atau tertulis. Uraian masalah bisa, namun tidak selalu, mencakup rincian informasi yang diketahui dan tidak diketahui, pemberian simbol yang tepat untuk besaran, perumusan tujuan atau jumlah target, penggambaran sketsa atau gambaran situasi fisik, penyampaian ekspektasi kualitatif, penggambaran diagram fisika yang diabstraksi atau grafik, penentuan sumbu koordinat, dan/atau pemilihan sistem. Ini tidak mewajibkan representasi tertentu yang mungkin disusun peserta didik, dan dapat diberikan kredit sebagian oleh instruktur tertentu.

2) *Physics Approach*

Pendekatan fisika atau *physics approach* mengevaluasi proses penyelesaian masalah dalam pemilihan konsep dan prinsip fisika yang sesuai untuk diterapkan dalam menyelesaikan masalah. Dalam konteks ini, kata "konsep" merujuk pada ide-ide fisika umum, seperti vektor, atau konsep khusus seperti momentum dan kecepatan. Sementara itu, kata "prinsip" digunakan untuk merujuk pada aturan dasar fisika yang digunakan untuk menjelaskan objek dan interaksi di antaranya, seperti kekekalan energi atau hukum kedua Newton. Kategori ini juga mencakup pemahaman tentang konsep yang telah dipilih, seperti independensi komponen tegak lurus dari vektor.

3) *Specific Application of Physics*

Approach khusus fisika mengevaluasi langkah-langkah penyelesaian masalah dengan menerapkan konsep dan prinsip fisika ke situasi tertentu dalam masalah. Penerapan khusus ini sering melibatkan menghubungkan objek, kuantitas, dan batasan tertentu dalam masalah dengan menggunakan hubungan fisika yang relevan. Hal ini dapat mencakup pernyataan definisi, kaitan kualitatif antara variabel, persamaan matematis, kondisi awal, dan pertimbangan mengenai asumsi atau batasan dalam masalah.

4) *Mathematical Procedures*

Mathematical procedures mengevaluasi langkah-langkah penyelesaian masalah dengan memilih prosedur matematika yang tepat dan mengikuti prinsip-prinsip matematika untuk mendapatkan hasil akhir yang diinginkan. Contoh prosedur ini melibatkan strategi aljabar untuk mengisolasi variabel atau menyederhanakan ekspresi, substitusi, operasi integrasi, atau menggunakan metode "tebak dan periksa" untuk penyelesaian persamaan diferensial. Istilah "aturan" matematika merujuk pada prosedur matematika, seperti Aturan Rantai dalam kalkulus atau penggunaan yang tepat dari tanda kurung, akar kuadrat, logaritma, dan definisi trigonometri.

5) *Logical Progression*

Progresi logis mengevaluasi langkah-langkah penyelesaian masalah untuk menjaga fokus pada tujuan sambil menunjukkan konsistensi internal. Kategori ini memeriksa apakah solusi secara keseluruhan berkembang menuju tujuan yang benar dengan cara yang konsisten, di mana dukungan untuk setiap langkah terlihat, meskipun tidak harus dijelaskan secara eksplisit. Proses ini mungkin melibatkan revisi, perubahan rute, atau keputusan intuitif. Kategori ini tidak menuntut bukti eksplisit bahwa solusi dinilai oleh peserta didik (dan ahli), karena seringkali mereka tidak mengevaluasi solusi mereka secara eksplisit kecuali jika diinstruksikan khusus untuk melakukannya, dan rubrik ini dirancang untuk tetap mandiri dari teknik instruksional dan strategi pemodelan.

Ada 2 faktor yang mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah yaitu faktor internal dan eksternal Hilman, (2003: 4). Faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah dari faktor internal antara lain minat, intelegensi dan kemampuan kognitif yang dimiliki peserta didik. Sedangkan dari faktor eksternal antara lain model atau metode pembelajaran yang digunakan guru, lingkungan belajar yang diciptakan dan pemberian motivasi dari guru.

1.2.4 Keterkaitan Materi Gelombang Mekanik Dengan Menggunakan Model *Double Loop Problem Solving* (DLPS) berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah

Keterkaitan antara sintaks model *DLPS* dengan keterampilan pemecahan masalah dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah.

Tabel 2. 1 Keterkaitan Model DLPS Berbantuan *PhET Simulation* Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah

Sintak model DLPS berbantuan <i>PhET</i>	Kegiatan Pembelajaran	Keterampilan Pemecahan Masalah
Mengidentifikasi masalah	Pada tahap penyampaian materi ini, guru akan mengarahkan peserta didik untuk mengeksplorasi pemahaman awal mereka melalui sejumlah pertanyaan, yang merupakan langkah dalam menjelaskan permasalahan secara bermanfaat. Dengan langkah ini, guru dapat menilai pengetahuan dasar yang dimiliki peserta didik.	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Useful Description</i> 2. <i>Physics Approach</i>
Mendeteksi penyebab langsung (kelompok)	Guru akan membagikan LKPD kepada siswa. Guru akan memandu peserta didik dalam pembentukan kelompok dan memberikan penjelasan mengenai praktikum Termodinamika. Tindakan yang akan dilakukan oleh peserta didik melibatkan visualisasi dan deskripsi umum permasalahan pada Lembar Kerja Peserta Didik kelompok. Kemudian guru akan memberikan perintah kepada setiap kelompok untuk membuka Aplikasi <i>PhET Simulation</i> , kemudian pada tahap ini guru akan mengajak peserta didik untuk berdiskusi bersama anggota kelompok dengan tujuan untuk mendeteksi penyebab langsung dari permasalahan dan merencanakan langkah-langkah kegiatan praktikum Termodinamika. Pada tahap ini mereka akan diminta untuk mengamati serangkaian alat praktikum yang akan digunakan pada	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physics Approach</i> 2. <i>Specific Application of Physics</i>

Sintak model DLPS berbantuan PhET	Kegiatan Pembelajaran	Keterampilan Pemecahan Masalah
	aplikasi ini. Aktivitas yang akan dijalankan oleh setiap kelompok peserta didik adalah menghubungkan permasalahan pada lembar kerja secara lebih terperinci dengan menerapkan pendekatan fisika	
Mengevaluasi solusi sementara (kelompok)	Pada tahap ini peserta didik mendiskusikan mengenai gambaran permasalahan dan strategi fisika yang telah mereka perhatikan ketika guru menjelaskan pelaksanaan praktikum. Setelah itu, peserta didik akan mendapatkan hasil dari aplikasi konsep fisika yang telah dibahas. Hasil eksperimen yang diperoleh kemudian dianalisis dan dihitung sesuai dengan persamaan yang telah didiskusikan oleh anggota kelompok sebelumnya.	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physics Approach</i> 2. <i>Specific Application of Physics</i> 3. <i>Mathematical Procedures</i>
Analisis akar masalah (kelompok)	Setelah mereka mendiskusikan hasil percobaan, kemudian mereka mengisi pertanyaan yang tersedia di LKPD berkaitan dengan hasil eksperimen yang diperoleh. Kemudian anggota akan berdiskusi mengenai masalah yang didapat dari pertanyaan tadi. Selama proses ini, peserta didik akan memperoleh pengetahuan baru tentang topik yang sedang didiskusikan. Pendidik akan membimbing peserta didik untuk mencari solusi yang paling sesuai agar masalah yang dihadapi dapat terselesaikan dengan efektif. Peserta didik akan dilatih untuk menganalisis baik jawaban mereka sendiri maupun jawaban dari kelompok diskusi lainnya, sehingga mereka dapat lebih mudah memilih solusi yang paling tepat untuk masalah yang dihadapi. analisis akar masalah ini peserta didik akan mempertimbangkan solusi yang tujuannya untuk mengumpulkan data atau informasi sebanyak mungkin untuk	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physics Approach</i> 2. <i>Mathematical Procedures</i>

Sintak model DLPS berbantuan PhET	Kegiatan Pembelajaran	Keterampilan Pemecahan Masalah
	mengevaluasi ataupun melakukan pengujian terhadap kebenaran dari pernyataan masalah yang nantinya berguna untuk menyampaikan solusi yang alternatif.	
Mendeteksi masalah yang lebih tinggi (individu)	Pada tahap ini peserta didik akan diajarkan untuk mengoptimalkan penggunaan waktu yang telah ditetapkan. Kegiatan dalam proses ini melibatkan peserta didik dalam praktikum mengenai hukum termodinamika pertama pada aplikasi <i>PhET Simulation</i> . Setelah itu, peserta didik diberi kesempatan untuk mengeksplorasi rasa ingin tahu mereka dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Dalam kegiatan ini, dapat dilihat bagaimana peserta didik menggunakan waktu secara efektif, bekerja sama untuk menyelesaikan tugas tepat waktu, serta bagaimana mereka menemukan dan menyampaikan jawaban, mencari referensi, dan menjawab pertanyaan dari pendidik dan kelompok diskusi lainnya. Tujuannya adalah agar mereka dapat menemukan solusi yang tepat dalam waktu yang telah ditentukan, dengan pemahaman yang mendalam terhadap materi yang mereka pelajari. Guru menginstruksikan perwakilan setiap kelompok untuk presentasi hasil dari diskusi tadi.	1. <i>Mathematical Procedures</i>
Merancang solusi akar masalah	Pada tahap ini, peserta didik memberikan jawaban berdasarkan data yang telah mereka peroleh. Mereka diminta untuk melakukan identifikasi yang lebih dalam guna menemukan akar permasalahan, sehingga masalah dapat dijelaskan secara detail dan solusinya dapat ditemukan. Pendidik memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyimpulkan materi yang telah	1. <i>Logical Progression</i>

Sintak model DLPS berbantuan <i>PhET</i>	Kegiatan Pembelajaran	Keterampilan Pemecahan Masalah
	mereka pelajari, sehingga memungkinkan saling pemahaman di antara peserta didik. Kualitas dari hasil penyelesaian masalah oleh peserta didik dapat dilihat dari solusi yang mereka terapkan untuk menyelesaikan masalah tersebut.	

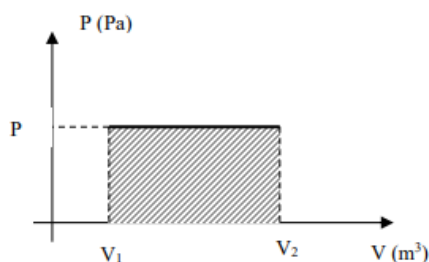
1.2.5 Termodinamika

a. Proses Termodinamika

Menurut Sudiro, (2020) Gas yang berada dalam ruang tertutup dapat diubah keadaannya dengan melalui beberapa proses, yang disebut proses termodinamika, yaitu :

a) Proses Isobarik

Sebuah proses berlangsungnya tekanan tetap (tekanan sama). Grafik tekanan gas (P) terhadap volume (V) adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Grafik isobarik

*Sumber:*Sudiro, (2020)

Menurut Sudiro, (2020) terlihat grafik diatas, maka dapat kita simpulkan pada saat tekanan yang sama ($P_1 = P_2$), volume gas tersebut akan berubah dari V_1 menjadi V_2 . Kemudian usaha yang berlangsung pada gas proses isobarik adalah:

$$W = P. \Delta V = P. (V_2 - V_1) \quad (2.1)$$

$$W = n. R (T_2 - T_1) \quad (2.2)$$

$$W = \text{luas daerah yang diarsir}$$

Dikarenakan tekanan sama maupun suhu berubah dari T_1 menjadi T_2 didapatkan formulasi dari hukum Charles

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.3)$$

Keterangan

W = usaha gas (J)

P = Tekanan gas (Pa)

V_1 = volume gas mula-mula (m^3)

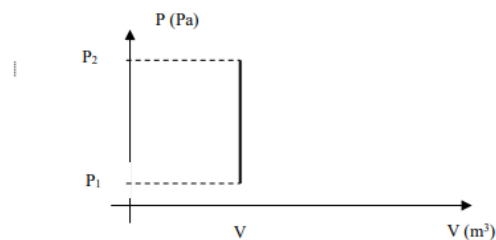
V_2 = volume gas akhir (m^3)

T_1 = suhu gas mula-mula (K)

T_2 = volume gas akhir (K)

b) Proses Isohorik

Menurut Sudiro, (2020) sebuah proses berlangsungnya dimana volume tetap (volume sama). Dapat kita lihat grafik dibawah, Grafik tersebut menjelaskan dimana tekanan (P) terhadap volume (V) dapat digambar sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Grafik Isohorik

Sumber:(Sudiro, 2020)

Menurut Sudiro, (2020) bisa kita simpulkan dari grafik di atas bahwa pada volume yang sama ($V_1 = V_2$), tekanan gas berubah dari P_1 menjadi P_2 . Usaha yang berlangsung pada gas proses isohorik adalah sama dengan nol.

Persamaan:

$$W = P \cdot \Delta V = P \cdot (V_2 - V_1) = 0 \quad (2.4)$$

Karena rumus diatas sudah menjelaskan dimana tekanan sama dan suhu berubah maka didapatkan formulasi dari hukum Gay-Lussac

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2.5)$$

V_1 = volume gas mula-mula (m^3)

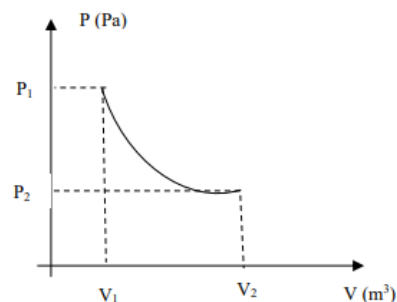
V_2 = volume gas akhir (m^3)

T_1 = suhu gas mula-mula (K)

T_2 = volume gas akhir (K)

c) Proses Isotermik

Menurut (Sudiro, 2020) Proses isotermik adalah proses dimana berlangsungnya suhu pada keadaan tetap (suhu sama). Adapun grafik tekanan yang terjadi gas (P) terhadap volume (V) dapat diformulasikan sebagai berikut :



Gambar 2. 4 Grafik isotermik

*Sumber:*Sudiro, (2020)

Menurut (Sudiro, 2020) dapat dilihat dari grafik tersebut ketika suhu sama ($T_1 = T_2$), volume gas akan berubah dari V_1 menjadi V_2 . Tekanan yang dilakukannya pun akan berubah dari P_1 menjadi P_2 maka usaha yang berlangsung pada proses isothermal adalah:

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad (2.6)$$

n = mol

$$R = \text{tetapan gas umum } R = 8314/\text{kmol}^\circ\text{K}$$

$$= 8,314 \text{ J/ mol}^\circ\text{K} = 0,082 \text{ liter.atm/ mol}^\circ\text{K}$$

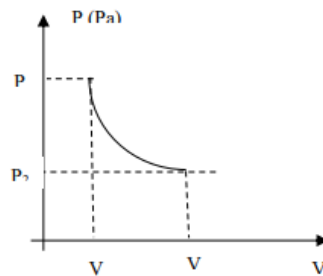
T = suhu gas (K)

Sesuai dengan persamaan gas umum bahwa nilai:

$$nRT = PV \quad (2.7)$$

d) Proses Adiabatik

Menurut Sudiro, (2020) Proses Adiabatik adalah proses dimana berlangsungnya perubahan keadaan gas, tidak adanya kalor yang masuk ataupun kalor yang keluar dari sistem ($Q = 0$). Grafik tekanan gas (P) terhadap volume (V) adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 5 Grafik Adiabatik

*Sumber:*Sudiro, (2020)

Menurut (Sudiro, 2020) dapat kita lihat dari grafik yang terpampang di atas, ketika suhu yang sama ($T_1 = T_2$), maka volume gas berubah dari V_1 menjadi V_2 dan kemudian tekanannya pun akan berubah dari P_1 menjadi P_2 . Maka dapat kita simpulkan usaha yang dilakukan gas pada proses isothermal adalah:

$$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2) \quad (2.8)$$

atau

$$W = \frac{1}{\gamma - 1}(P_1V_1 - P_2V_2) \quad (2.9)$$

b. Hukum I Termodinamika

Menurut (Pujiyanto et al., 2016) Hukum pertama termodinamika menjelaskan mengenai hukum kekekalan energi, dalam kekekalan energi ini membahas mengenai terhubungnya sistem kerja yang dilakukan pada sistem, panas yang dihasilkan atau ditarik, dan energi dalam sistem, merupakan

pembahasan dari hukum pertama termodinamika. Menurut aturan pertama termodinamika, perubahan energi dalam sistem ditambah panas yang dilakukan oleh kerja sama dengan panas yang dikontribusikan ke sistem jika konstan, energi dalam sebenarnya adalah kekekalan tenaga yang menghubungkan antara usaha yang dilakukan pada sistem, panas yang ditambahkan atau dikurangkan, dan tenaga dalam sistem juga konstan atau $\Delta U = 0$. Hukum termodinamika pertama menjadi:

$$Q = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (2.10)$$

1) Kapasitas Kalor Gas

Menurut (Pujianto et al., 2016) Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan (Q) untuk menaikkan suhu. Kemampuan gas untuk menyerap atau melepas kalor setiap satuan suhu disebut kapasitas kalor gas (ΔT) sebesar 1 Kelvin.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (2.11)$$

C = kapasitas kalor (J/K)

Q = kalor (J)

ΔT = perubahan suhu (K)

2) Tetapan Laplace untuk gas monoatomik dan diatomik adalah:

Menurut (Pujianto et al., 2016) Persamaan untuk gas monoatomik

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3} = 1,67 \quad (2.12)$$

Persamaan untuk gas diatomik

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5} = 1,4 \quad (2.13)$$

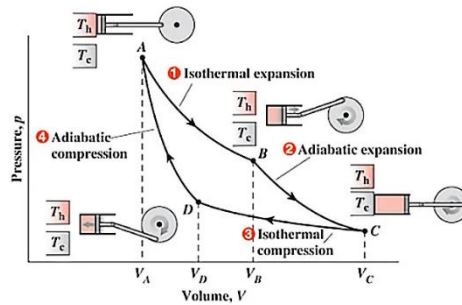
c. Siklus Termodinamika dan Hukum II Termodinamika

1) Pengertian siklus

Menurut Pujianto et al. (2016) Siklus adalah rangkaian proses yang dimulai dari suatu keadaan awal dan berakhir pada keadaan yang sama dengan awalnya. Sistem akan melakukan usaha terus-menerus jika sistem bekerja dalam satu siklus. Ada dua macam siklus yaitu siklus *reversible* (dapat berbalik) dan *irreversible* (tidak dapat berbalik).

2) Siklus Carnot

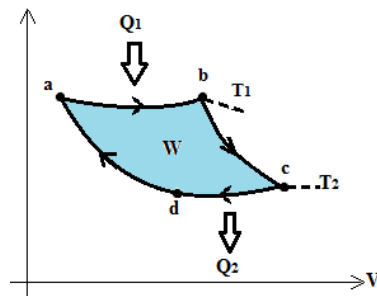
Menurut Pujianto et al. (2016) Siklus Carnot dicetuskan oleh Nicolas Leonard Sadi Carnot yang merumuskan ide-ide dasar dari termodinamika. Ia mengatakan bahwa semua perpindahan (pergerakan) berhubungan dengan kalor. Gambar siklus Carnot sebagai berikut.



Gambar 2. 6 Siklus pemanas mesin Carnot

Sumber: Pujianto et al. (2016)

Pada siklus Carnot terdapat empat proses, yaitu pemuain secara isothermal (1-2), pemuain secara adiabatik (2-3), penempatan secara isothermal (3-4), dan penempatan secara adiabatik. Siklus Carnot diterapkan pada mesin kalor Carnot. Adapun diagram mesin kalor Carnot ditunjukkan melalui gambar berikut.



Gambar 2. 7 Diagram siklus mesin pemanas Carnot

Sumber: Pujianto et al.,(2016)

a. Siklus 1-2

Menurut (Pujianto et al., 2016) Gas menyerap kalor Q_t pada temperatur T_t . Suhu sistem sama dengan suhu reservoir panas sehingga disebut proses isothermal. Gas memuai dan melakukan usaha pada pengisap. Oleh karena energi dalam tetap maka usaha yang dilakukan pada sistem sama dengan kalor yang diserap.

b. Siklus 2-3

Menurut Pujianto et al. (2016) Beban pengisap dikurangi sehingga gas memuai menurut proses adiabatik. Terjadi pengurangan energi dalam dan suhu sistem menurun hingga bernilai sama dengan suhu pada reservoir dingin T_t .

c. Siklus 3-4

Menurut Pujianto et al. (2016) Gas mengalami penyusutan secara isothermal dengan membuang kalor Q_t pada reservoir diingin pada temperatur T_t sehingga usahanya negatif (usaha dilakukan pada sistem).

d. Siklus 4-1

Menurut Pujianto et al. (2016) Beban penghisap ditambah sehingga menyusut menurut proses adiabatik. Terjadi penambahan energi dalam dan suhu naik sampai sama dengan suhu pada reservoir panas T_t . Energi dalam gas kembali seperti pada awal siklus.

Pada proses pemuai isothermal terdapat kalor yang diserap (Q_t) dan pada proses penempatan isothermal terdapat kalor yang dilepas (Q_t). Dalam siklus Carnot, tidak terjadi perubahan enenrgi dalam ($\Delta U = 0$) sehingga berdasarkan hukum 1 termodinamika akan berlaku:

$$Q = W + \Delta U$$

$$Q_t - Q_r = p\Delta V + \Delta U$$

$$W = Q_t - Q_r \quad (2.14)$$

Sebuah mesin tentunya memiliki nilai efisiensi. Efisiensi sebuah mesin (η) didefinisikan sebagai perbandingan usaha (W) yang dilakukan kalor yang diserap (Q_t). Pernyataan ini jika dituliskan dalam suatu persamaan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{W}{Q_t} \times 100\% \quad (2.15)$$

Jika nilai usaha, efisiensi mesin Carnot dapat ditulis dengan persamaan:

$$\eta = \frac{W}{Q_t} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{Q_t - Q_r}{Q_t} \times 100\%$$

$$\eta = \left\{ 1 - \frac{Q_r}{Q_t} \right\} \times 100\% \quad (2.16)$$

Keterangan:

η = efisiensi mesin

T_r = temperature pada reservoir rendah

T_t = temperature pada reservoir tinggi

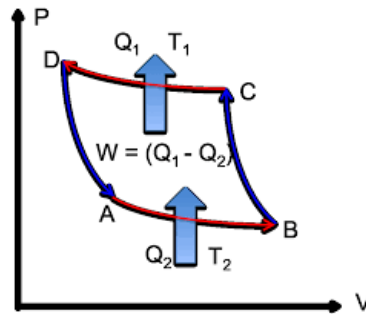
Q_r = kalor yang dibuang pada reservoir rendah

Q_t = kalor yang dibuang pada reservoir tinggi

Jika nilai kalor sebanding dengan nilai suhu, persamaan di atas dapat diubah menjadi persamaan:

$$\eta = \left\{ 1 - \frac{T_r}{T_t} \right\} \times 100\% \quad (2.17)$$

Selain mesin kalor Carnot terdapat mesin pendingin Carnot. Mesin pendingin Carnot meliputi mesin pendingin ruangan dan lemari es. Siklus mesin pendingin Carnot merupakan kebalikan mesin kalor Carnot karena siklusnya reversibel. Siklus pada mesin pendingin di gambarkan seperti



Gambar 2. 8 Siklus mesin pendingin carnot

Sumber: (Pujiyanto et al., 2016)

Usaha pada mesin pendingin Carnot dapat dituliskan dengan persamaan:

$$W = Q_t - Q_r \quad (2.18)$$

Karakteristik pada mesin pendingin dinyatakan dengan koefisien performansi atau koefisien kinerja yang simbolnya K_d . Koefisien kinerja didefinisikan sebagai perbandingan antara kalor yang dipindahkan dengan usaha yang dilakukan sistem. Secara matematis dapat ditulis:

$$K_d = \frac{Q_r}{W} = \frac{Q}{Q_r - Q_t} \quad (2.19)$$

3) Hukum II Termodinamika dan Entropi

a) Hukum II Termodinamika

Menurut (Pujiyanto et al., 2016) Hukum II Termodinamika menyatakan aliran kalor. Hukum II Termodinamika menjelaskan bahwa kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tak mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya.

b) Entropi

Menurut (Pujiyanto et al., 2016) Entropi dapat diartikan sebagai ukuran ketidakteraturan. Dalam sistem tertutup, peningkatan entropi diikuti oleh jumlah energi yang tersedia. Semakin tinggi entropi, semakin tinggi pula tidak teraturan

c) Entropi pada proses Temperatur Konstan

Menurut (Pujiyanto et al., 2016) Jika suatu sistem pada suhu mutlak T mengalami proses reversible dengan jumlah menyerap sejumlah kalor Q , maka kenaikan entropi ΔS dapat dituliskan:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{Q}{T} \quad (2.20)$$

Keterangan:

ΔS = perubahan entropi (J/K)

S_1 = entropi mula-mula (J/K)

S_2 = entropi akhir (J/K)

d) Entropi pada Proses Temperatur Berubah

Menurut (Pujiyanto et al., 2016) Pada proses yang mengalami perubahan temperatur, entropi dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta S = S_2 - S_1 \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{mc dT}{T} \quad (2.21)$$

$$\Delta S = mc \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \quad (2.22)$$

Keterangan:

ΔS = perubahan entropi (J/K)

S_1 = entropi mula-mula (J/K)

S_2 = entropi akhir (J/K)

m = massa (kg)

c = kalor jenis (J/kg K)

T_1 = suhu mula-mula (K)

T_2 = suhu akhir (K)

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian penulis yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *DLPS* Berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta didik pada Materi Termodinamika”

- a. (Permata et al., 2021) dalam jurnalnya “Studi Literatur *Double Loop Problem Solving* (DLPS) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah IPA Peserta didik SMP” bahwa model *Double Loop Problem Solving* (DLPS) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah IPA Peserta didik SMP ini mampu memberi ruang kepada peserta didik untuk aktif.
- b. (Permata et al., 2022) dalam jurnalnya “*The Effect of the Problem Based Learning and Double Loop Problem Solving Learning Models on Problem*

Solving Ability in Term of Creative Thinking on Environmental Pollution Material “ penulis mengambil kesimpulan tidak terdapat perbedaan pengaruh kemampuan pemecahan masalah peserta didik yang menggunakan model PBL dan DLPS namun terdapat hubungan antara kemampuan berpikir kreatif dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Peserta didik yang memiliki tingkat berpikir kreatif yang tinggi cenderung memiliki skor kemampuan pemecahan masalah yang lebih tinggi.

- c. (Usnalillah et al., 2023) dalam jurnalnya “Model Pembelajaran *Double Loop Problem Solving* Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis “Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan dalam kemampuan berpikir kritis sosiologi antara kelompok peserta didik yang menerapkan model pembelajaran pemecahan masalah dua putaran (*Double Loop Solving*) dengan kelompok peserta didik yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Rata-rata nilai kemampuan berpikir kritis pada kelas yang menerapkan model *Double Loop Solving* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata pada kelas yang menggunakan model konvensional.
- d. (Batulieu, 2023) dalam jurnalnya “Model pembelajaran *Double Loop Problem Solving* (DLPS) dalam pembelajaran Fisika pada materi Gerak Melingkar Beraturan “hasil penelitian menunjukan Model pembelajaran *Dooble-Loop Problem Solving* (DLPS) bisa dianggap sebagai opsi yang layak untuk digunakan sebagai model pembelajaran Fisika di lingkungan sekolah
- e. (Safitri & Zen, 2018) dalam jurnalnya “Pengaruh Model Pembelajaran *Double Loop Problem Solving* (DLPS) terhadap Hasil Belajar Ranah Kognitif Peserta Didik Pada Materi Keanekaragaman Hayati “hasil penelitian menunjukkan hasil data mengenai penerapan model pembelajaran DLPS terhadap hasil belajar peserta didik kelas X IPA di SMAN 9 Palembang pada materi keanekaragaman hayati, terdapat pengaruh yang signifikan. Hal ini dapat diperhatikan melalui hasil uji t-berpasangan, dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < \alpha$ sebesar 0,050. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran DLPS memberikan pengaruh yang signifikan terhadap

prestasi belajar peserta didik kelas X IPA di SMA Negeri 9 Palembang dalam pembelajaran keanekaragaman hayati.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penerapan model DLPS dalam pembelajaran Fisika dengan tujuan meningkatkan berbagai indikator, termasuk keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Dalam penelitian ini, perbedaannya terletak pada adanya bantuan dari *PhET Simulation* sebagai sarana untuk kegiatan laboratorium, dengan materi yang terfokus pada Termodinamika (Proses-proses Termodinamika dan Hukum pertama Termodinamika), dan penelitian dilakukan pada peserta didik kelas XI IPA di SMA Negeri 1 Cigalontang pada tahun ajaran 2023/2024. Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Peneliti

No	Perbandingan	
	Jurnal penelitian relevan	Perbandingan peneliti
1	Studi Literatur <i>Double Loop Problem Solving (DLPS)</i> Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah IPA Peserta didik SMP” bahwa model <i>Double Loop Problem Solving (DLPS)</i> Dalam jurnal penelitian ini, peneliti menggunakan indikator yang dicetuskan oleh polya	Indikator yang digunakan yaitu menggunakan teroi dari Dr and heler 2016 dimana ada 5 indikator yaitu: <i>Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Math Procedure, Logical Progression.</i> Jadi perbedaan dan perbaikan ada pada indikator peneliti yang berbeda
2	<i>The Effect of the Problem Based Learning and Double Loop Problem Solving Learning Models on Problem Solving Ability in Term of Creative Thinking on Environmental Pollution Material</i> Dalam jurnal penelitian ini, peneliti menggunakan indikator yang dicetuskan oleh polya	Indikator yang digunakan yaitu menggunakan teori dari Dr and heler 2016 dimana ada 5 indikator yaitu: <i>Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Math Procedure, Logical Progression.</i>

No	Perbandingan	
	Jurnal penelitian relevan	Perbandingan peneliti
		Jadi perbedaan dan perbaikan ada pada indikator peneliti yang berbeda
3	Model Pembelajaran <i>Double Loop Problem Solving</i> Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis “	Indikator yang digunakan yaitu menggunakan teori dari Dr and heler 2016 dimana ada 5 indikator yaitu: <i>Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Math Procedure, Logical Progression.</i> Jadi perbedaan dan perbaikan ada pada indikator peneliti yang berbeda
4	“Model pembelajaran <i>Double Loop Problem Solving (DLPS)</i> dalam pembelajaran Fisika pada materi Gerak Melingkar Beraturan	Indikator yang digunakan yaitu menggunakan teori dari Dr and heler 2016 dimana ada 5 indikator yaitu: <i>Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Math Procedure, Logical Progression.</i> Jadi perbedaan dan perbaikan ada pada indikator peneliti yang berbeda
5	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Double Loop Problem Solving (DLPS)</i> terhadap Hasil Belajar Ranah Kognitif Peserta Didik Pada Materi Keanekaragaman Hayati “ Peneliti pada jurnal ini menggunakan sintak yang berbeda. Pada jurnal ini menggunakan ranah kognitif	Indikator yang digunakan yaitu menggunakan teori dari Dr and heler 2016 dimana ada 5 indikator yaitu: <i>Useful Description, Physics Approach, Specific Application, Math Procedure, Logical Progression.</i> Jadi perbedaan dan perbaikan ada pada indikator peneliti yang berbeda

2.3 Kerangka Konseptual

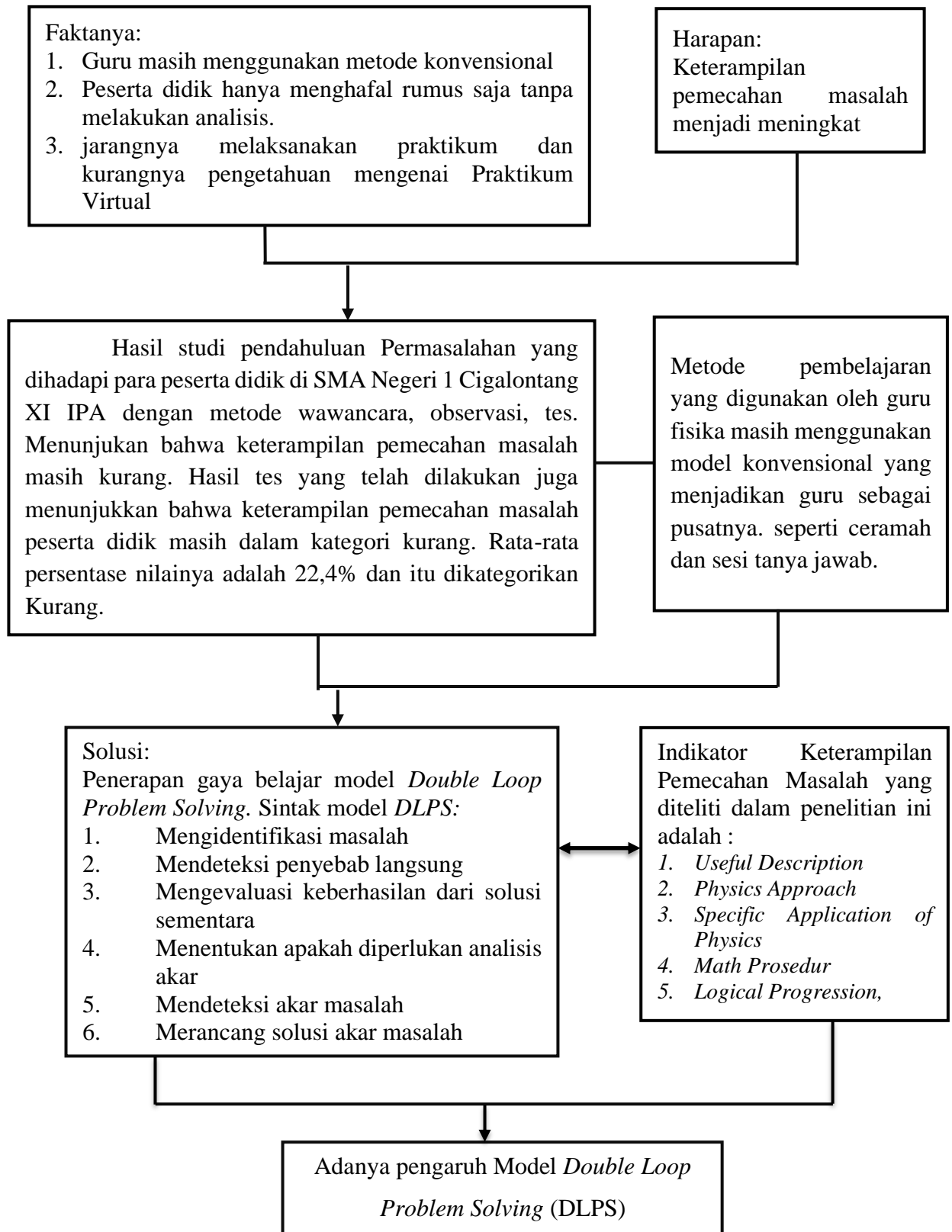
Dalam sebuah penelitian, penting untuk memiliki kerangka berpikir yang dapat dijadikan sebagai arah dan alur penelitian agar peneliti memahami dengan baik rumusan masalah serta tujuan dari penelitian yang dilakukan. Materi fisika yang kompleks, abstrak, banyak rumus dan konsep menjadi alasan tersendiri bagi peserta didik yang merasa pelajaran fisika tidak mudah dan bosan. Hasil studi pendahuluan Permasalahan yang dihadapi para peserta didik di SMA Negeri 1 Cigalontang XI IPA dengan metode wawancara, observasi, tes. Menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah masih kurang. Hasil dari wawancara guru menunjukkan, bahwa kurangnya keterampilan pemecahan pada peserta didik ini dikarenakan model pembelajaran yang dilakukan oleh guru hanya dengan metode ceramah saja, kemudian kurangnya pengetahuan tentang praktikum di laboratorium. Hasil tes yang telah dilakukan juga menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah peserta didik masih dalam kategori kurang

Berdasarkan hasil dari permasalahan diatas, perlu adanya perbaikan dalam pemilihan model pembelajaran, model ini dapat mempengaruhi proses pembelajaran. hal ini dapat diatasi dengan menerapkan model pembelajaran *DLPS*, model pembelajaran tersebut akan dibantu dengan *PhET Simulation*. Menurut beberapa sumber, diketahui bahwa model pembelajaran *DLPS* memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah. Model pembelajaran *DLPS* dengan bantuan *PhET Simulation* ini melibatkan peserta didik dalam kegiatan praktikum yang dimulai dengan diberikannya suatu masalah konkret pada awal sesi pembelajaran.

Berdasarkan tahapannya *DLPS* dengan bantuan *PhET Simulation* terbagi menjadi 6 tahapan. Tahap pertama yaitu Mengidentifikasi masalah. Pada tahap ini guru menstimulus dan memperkenalkan peserta didik dengan masalah, Guru meminta peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan yang telah disajikan dalam lembar kerja peserta didik (LKPD). Tahap kedua mendeteksi penyebab langsung, pada tahap ini guru membantu peserta didik dalam menentukan penyebab langsung permasalahan dan membuat solusi sementara, guru memberikan dorongan kepada peserta didik untuk mencari informasi sebanyak mungkin dan mulai

melaksanakan praktikum di *PhET Simulation*. Guru meminta peserta didik untuk menentukan langkah penyelesaian dari permasalahan yang telah disajikan dalam lembar kerja peserta didik (LKPD). Tahap ketiga Mengevaluasi keberhasilan dari solusi sementara, pada tahap ini guru membantu peserta didik dalam mengevaluasi keberhasilan dari solusi sementara, sementara peserta didik mempertimbangkan kembali seberapa besar keefektifan dan keberhasilan solusi sementara yang telah di buat. Tahap keempat Menentukan apakah diperlukan analisis akar. Pada tahap ini guru meminta peserta untuk mengecek kembali solusi penyelesaian yang telah dikerjakan dan mempertimbangkan solusi sementara tersebut, dan Peserta didik mengecek kembali solusi penyelesaian yang telah dikerjakan. Tahap kelima Mendeteksi akar masalah (jika diperlukan) Peserta didik diminta menganalisis permasalahan yang disajikan dan ditemukan dalam praktikum pada *PhET Simulation* kemudian mempresentasikan hasil diskusinya. Tahap keenam yaitu Merancang solusi akar masalah pada tahap ini Guru membantu peserta didik untuk menyimpulkan solusi dari permasalahan.

Kerangka konseptual dalam penelitian ini lebih jelasnya lagi digambarkan dengan skema berikut ini



Gambar 2. 9 Kerangka konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah atau simpulan sementara yang menuntut pengujian atau yang harus dibuktikan kebenarannya. Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah atau kebenarannya.

Berdasarkan pertanyaan dari rumusan masalah maka hipotesis pada penelitian ini adalah:

- H_0 : tidak ada pengaruh model pembelajaran *Double Loop Problem Solving* (DLPS) berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Termodinamika di Kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Cigalontang Tahun Ajaran 2023/20224.
- H_a : adanya pengaruh model pembelajaran *DLPS* berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Termodinamika di Kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Cigalontang Tahun Ajaran 2023/20224.