

## BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

### 2.1 Kajian Pustaka

#### 2.1.1 Model Pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL)

Model pembelajaran merupakan suatu kerangka konseptual yang menggambarkan pola prosedur sistematis, dikembangkan berdasarkan teori yang dibutuhkan dalam pembelajaran, dan mengarahkan pembelajaran di kelas untuk mencapai tujuan pembelajaran. Model pembelajaran melibatkan pemilihan strategi dan pembuatan struktur metode, keterampilan, dan aktivitas peserta didik (Purnomo *et al.*, 2022). Terdapat banyak model pembelajaran yang telah dikembangkan, salah satunya yaitu model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL). Dalila (2019) menyatakan bahwa model pembelajaran Pro-BHL merupakan suatu model yang menggabungkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan *hybrid learning*. Model pembelajaran PBL merupakan model yang dipusatkan pada peserta didik melalui pemberian masalah dunia nyata sehingga dapat mendorong keaktifan peserta didik melalui tahapan-tahapan pembelajaran yang saling berkaitan satu sama lain (Rahma, 2019). Sedangkan *hybrid learning* adalah model pembelajaran yang mengkombinasikan antara pembelajaran daring dengan pembelajaran tatap muka. Dengan demikian, pelaksanaannya melibatkan interaksi langsung antara peserta didik dan guru di kelas sekaligus memungkinkan melakukan pembelajaran jarak jauh.

Beberapa orang menganggap bahwa *hybrid learning* sama halnya dengan *blended learning*, yakni integrasi model pembelajaran yang menggabungkan antara pembelajaran tatap muka tradisional dengan pembelajaran daring melalui jaringan internet (Abdelrahman & Irby, 2016). Driscoll (2002) menunjukkan bahwa *blended/hybrid learning* dapat memiliki makna yang beragam bagi setiap individu. Hal ini dapat berarti (a) menggabungkan berbagai teknologi berbasis web; (b) mengkombinasikan pendekatan pedagogis yang berbeda; (c) mengintegrasikan teknologi instruksional dengan tugas pekerjaan untuk meningkatkan transfer pembelajaran. Terdapat tiga model dasar pembelajaran *hybrid* yakni (a) model tradisional, yaitu bentuk dan fungsinya mirip dengan *blended learning* di mana

pembelajaran *online* sebagai pelengkap materi tatap muka; (b) model campuran, yaitu merupakan perluasan dari model *hybrid* tradisional di mana peserta didik terlibat dalam kombinasi kegiatan belajar di sekolah dan di rumah, dengan pembelajaran tatap muka diikuti oleh pembelajaran daring untuk tugas mandiri; (c) model sinkron, yaitu di mana peserta didik dibagi menjadi dua kelompok, satu grup menerima instruksi langsung di kelas sedangkan grup lainnya menerima instruksi melalui konferensi video (Maity & Mukherjee, 2021).

Penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL). Menurut Sujanem *et al.*, (2016) model ini memiliki sintaks sebagai berikut.

**Tabel 2. 1 Sintaks Model Pembelajaran Pro-BHL**

No	Sintaks	Deskripsi Kegiatan
1	Orientasi peserta didik pada masalah tak terstruktur secara <i>online</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru memulai proses pembelajaran secara <i>online</i> melalui telegram dengan menyajikan suatu permasalahan kepada peserta didik.</li> <li>Guru mengarahkan peserta didik untuk mengikuti pembelajaran secara daring dengan mempersiapkan <i>smartphone</i> yang telah terhubung internet.</li> <li>Guru mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi fenomena masalah dalam kehidupan sehari-hari yang disajikan dalam bentuk gambar.</li> </ol>
2	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar secara <i>online</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru mengorganisasikan peserta didik dalam kelompok belajar secara <i>online</i> melalui telegram.</li> <li>Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempelajari LKPD materi kalor dan perpindahan kalor secara mandiri.</li> <li>Guru mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan soal <i>pra-lab</i> yang terdapat pada LKPD.</li> </ol>
3	Membimbing penyelidikan peserta didik secara tatap muka	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru sebagai fasilitator dalam melaksanakan eksperimen berbantuan <i>OLabs</i> terkait materi</li> </ol>

No	Sintaks	Deskripsi Kegiatan
		<p>kalor dan perpindahan kalor.</p> <p>b. Guru mengarahkan perencanaan penyelidikan terkait alat dan bahan, membimbing proses penyelidikan dan pengumpulan data.</p> <p>c. Guru mengawasi perkembangan peserta didik di setiap kelompok pada saat mereka melakukan analisis data secara tatap muka.</p>
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya peserta didik secara tatap muka	<p>a. Guru memfasilitasi perencanaan dan persiapan karya, seperti laporan atau bahan presentasi serta mendukung pembagian tugas di antara peserta didik.</p> <p>b. Guru mengarahkan peserta didik untuk menyiapkan laporan hasil kerja diskusi setelah melakukan eksperimen.</p> <p>c. Guru memberi kesempatan pada perwakilan kelompok untuk mempresentasikan hasil kerjanya.</p>
5	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah secara tatap muka	<p>a. Guru membimbing dan memberikan pembahasan kepada peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal HOTS.</p> <p>b. Guru memberi kesempatan peserta didik untuk mengerjakan soal-soal HOTS.</p> <p>c. Guru melakukan analisis serta evaluasi terhadap hasil latihan soal HOTS yang telah dikerjakan oleh peserta didik.</p>

Perbedaan mendasar sintaks model pembelajaran Pro-BHL menurut Sujanem *et al.*, (2016) dengan penelitian yang dilakukan yakni terletak pada sintaks 1 melibatkan orientasi peserta didik terhadap masalah tak terstruktur secara *online* melalui telegram, sintaks 2 melibatkan pengorganisasian peserta didik untuk belajar secara *online* melalui telegram, dan sintaks 3 membimbing penyelidikan peserta didik dilakukan eksperimen melalui laboratorium virtual. Adapun dengan adanya kekurangan dari model pembelajaran PBL dapat diatasi dengan penerapan model pembelajaran Pro-BHL. Hermansyah (2020) menyebutkan bahwa model

pembelajaran PBL membutuhkan cukup waktu untuk persiapan proses pembelajaran sehingga membutuhkan waktu yang tidak sedikit dalam pelaksanaannya. Model pembelajaran PBL yang dikombinasikan dengan *hybrid learning* membawa manfaat yang signifikan, terutama dalam mengatasi kendala keterbatasan waktu dalam pembelajaran. Model pembelajaran PBL dapat mengoptimalkan fasilitas *hybrid learning* secara kolaboratif dalam proses pemecahan masalah dengan memanfaatkan masalah sebagai dorongan pembelajaran yang interaktif, di mana potensi teknologi dapat dieksplorasi sepenuhnya (Verawati & Desprayoga, 2019).

Model pembelajaran Pro-BHL yang diterapkan memiliki kelebihan dalam hal fleksibilitas, di mana pembelajaran yang dilakukan tidak hanya dalam hal bagaimana waktu digunakan, tetapi bagaimana peserta didik dapat berinteraksi satu sama lain dan dengan guru mengenai permasalahan yang dihadapi. Kelebihan lain dari model pembelajaran Pro-BHL dapat dilihat dari aspek peningkatan keterampilan berpikir peserta didik dalam hal pemecahan masalah. Model pembelajaran Pro-BHL yang diterapkan dalam pembelajaran mampu mengarahkan peserta didik pada suatu masalah yang tidak terkait dengan pembelajaran di kelas saja, tetapi juga menghadapi suatu masalah yang terdapat di dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik yang terbiasa dalam memecahkan suatu masalah untuk memperoleh konsep dan pengetahuan dari pembelajaran yang dilakukan.

Penelitian yang telah lalu dilakukan oleh Sujanem *et al.*, (2018) yang menunjukkan bahwa pembelajaran Fisika dengan menggunakan model pembelajaran Pro-BHL dapat meningkatkan secara efektif keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zulkarnain *et al.*, (2023) menemukan bahwa proses pembelajaran dengan menggunakan strategi PBL berbasis ICT memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dibandingkan dengan PBL tatap muka. Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi yang pesat, Model pembelajaran Pro-BHL menjadi solusi yang relevan untuk menyesuaikan diri di era pembelajaran modern.

### 2.1.2 *Higher Order Thinking Skills (HOTS)*

Kurikulum 2013 mengarahkan peserta didik untuk mempersiapkan sejumlah kompetensi yang dibutuhkan dalam menghadapi tantangan pada abad 21, termasuk didalamnya ancaman dan hambatan. Persiapan tersebut harus dapat dikuasai agar peserta didik mampu berkompetisi dalam lingkup global (Masykur, 2019). Dalam pendidikan, kompetensi yang dimaksud harus dapat mempersiapkan peserta didik dengan keterampilan dalam pemecahan masalah yang diperlukan untuk mengatasi tantangan yang kompleks (Kurniawati *et al.*, 2019). Keterampilan penting yang harus dimiliki oleh peserta didik yang tercantum dalam kecakapan abad 21 yaitu *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* (Ariyana *et al.*, 2018). Pentingnya HOTS ini menjadi fokus utama dalam pelaksanaan pembelajaran kurikulum 2013 (Afrita & Rahmawati, 2019). HOTS pertama kali dikemukakan oleh Susan M. Brookhart pada tahun 2010 dalam bukunya yang berjudul “*How to Acces Higher Order Thinking Skills in Your Classroom*” yang didefinisikan sebagai metode untuk transfer pengetahuan, berpikir kritis, dan memecahkan masalah (Tasrif, 2022). Definisi tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### **a. Transfer Pengetahuan**

Dalam proses transfer pengetahuan, peserta didik diharuskan untuk memahami dan mengaplikasikan konsep yang telah mereka pelajari, bukan hanya sekedar mengingat informasi yang diberikan. HOTS merupakan tingkatan tertinggi dalam taksonomi kognitif. Taksonomi kognitif ini bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik agar mampu mentransfer pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka peroleh selama proses pembelajaran ke dalam konteks yang baru (Brookhart, 2010).

#### **b. Berpikir Kritis**

Berpikir kritis mencakup kemampuan menalar, kemampuan untuk mempertanyakan dan menyelidiki, kemampuan observasi dan deskripsi, kemampuan perbandingan dan hubungan, kemampuan mengidentifikasi kompleksitas, dan kemampuan eksplorasi sudut pandang. Hal tersebut berkaitan dengan tujuan pengajaran yaitu memberikan peserta didik keterampilan untuk berpikir, menggambarkan, dan membuat keputusan yang tepat, sehingga peserta

didik yang memiliki HOTS dapat mengaplikasikan kemampuan-kemampuan tersebut dalam berbagai konteks dan situasi, sehingga dapat menghadapi tantangan dan memecahkan masalah dengan lebih efektif (Brookhart, 2010).

### **c. Pemecahan Masalah**

Masalah dapat dianggap sebagai suatu tujuan yang belum tercapai dengan menggunakan solusi yang telah ada, sementara pemecahan masalah merupakan strategi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan tersebut secara efektif. Dalam konteks pemecahan masalah, keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan komunikasi yang efektif sangatlah penting. Melalui kemampuan ini, peserta didik dapat mengenali dan menyelesaikan permasalahan yang ada di sekitar mereka dengan cara yang inovatif. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya mampu menemukan solusi yang ada, tetapi juga dapat menciptakan solusi-solusi baru yang lebih efektif dan relevan dengan konteks yang dihadapi (Brookhart, 2010).

HOTS merupakan suatu keterampilan berpikir yang tidak terbatas pada sekadar menghafal atau mengingat informasi, melainkan melibatkan keterampilan yang lebih tinggi, seperti kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki seseorang (Yulianis *et al.*, 2019). Sehingga, HOTS merupakan kemampuan berpikir yang berada pada tingkat kemampuan berpikir analisis (C4), evaluatif (C5), dan mencipta atau mengkreasi (C6) (Setiawati *et al.*, 2019). HOTS mengharuskan peserta didik untuk bertindak berdasarkan situasi yang nyata. Dalam hal ini, peserta didik diharapkan mampu untuk membentuk keterkaitan antar fakta, mengklasifikasikannya, memanipulasinya, menyelipkannya ke dalam konteks yang baru, dan kemudian menerapkannya untuk menemukan solusi yang inovatif terhadap suatu permasalahan (Boham & Domu, 2021). Sejalan dengan pandangan Nugroho (2019) menjelaskan bahwa HOTS menuntut kita untuk bertindak berdasarkan fakta. Hal ini melibatkan pembuatan keterkaitan antar fakta, pengkategorian, manipulasi, penempatan dalam konteks atau pendekatan yang baru, serta kemampuan untuk mengaplikasikannya dalam mencari sebuah solusi inovatif terhadap sebuah permasalahan yang ada.

HOTS memiliki keterkaitan yang signifikan dengan Taksonomi Bloom yang mengalami revisi oleh Lorin W. Anderson dan David R. Krathwohl pada tahun

1994. Taksonomi Bloom pertama kali dikemukakan oleh Benjamin S. Bloom pada tahun 1956 (Badridduja *et al.*, 2022). Berdasarkan Taksonomi Bloom yang direvisi Anderson dan Krathwohl (2001), terdapat enam level dalam proses kognitif, yaitu mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta atau mengkreasi (C6). Menurut Saragih (2019) proses kognitif dalam Taksonomi Bloom Revisi Anderson & Krathwohl dibagi menjadi tiga bagian, yaitu LOTS (*Lower Order Thinking Skill*), MOTS (*Medium Order Thinking Skill*), dan HOTS (*Higher Order Thinking Skill*). Pembagian tersebut dapat dijelaskan secara rinci melalui Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Pembagian Proses Kognitif Taksonomi Bloom Revisi (Saragih, 2019)**

Proses Kognitif		Definisi
HOTS	Mencipta atau Mengkreasi (C6)	Proses meletakkan beberapa unsur secara bersamaan guna membentuk keseluruhan secara utuh atau fungsional, dan menyusun kembali unsur-unsur tersebut ke dalam pola atau struktur baru.
	Mengevaluasi atau Menilai (C5)	Proses mengambil keputusan berdasarkan kriteria atau standar tertentu.
	Menganalisis (C4)	Proses menjabarkan atau memecah materi menjadi beberapa bagian, kemudian bagian-bagian tersebut saling terhubung antar bagian dan tujuan keseluruhan.
MOTS	Mengaplikasi atau Menerapkan (C3)	Proses menerapkan atau menggunakan suatu prosedur, konsep, atau pengetahuan dalam situasi atau kondisi tertentu untuk mencapai tujuan atau memecahkan masalah yang dihadapi.
	Memahami (C2)	Proses untuk membangun arti dari proses pembelajaran, komunikasi lisan, informasi tertulis, dan gambar.
LOTS	Mengetahui (C1)	Proses mengingat kembali atau mengambil pengetahuan dari memori jangka panjang, mencakup kemampuan untuk mengakses informasi yang telah dipelajari atau disimpan sebelumnya.

Menurut Anderson & Krathwohl (2001) terdapat dua jenis keterampilan berpikir yang perlu dikembangkan oleh peserta didik, yaitu *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) dan *Lower Order Thinking Skill* (LOTS). HOTS pada ranah kognitif melibatkan kemampuan peserta didik dalam menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), serta mencipta atau mengkreasi (C6) yang merupakan tingkatan lebih lanjut dari LOTS, yang mencakup kemampuan mengingat (C1), memahami (C2), serta mengaplikasikan (C3). HOTS menekankan pada pembelajaran yang merangsang peserta didik untuk memiliki pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu (*knowing how*), sementara LOTS lebih berkaitan dengan pengetahuan tentang apa yang diketahui (*knowing what*). HOTS melibatkan proses belajar yang kompleks seperti berpikir kritis, kreatif dan kemampuan pemecahan masalah. Perbandingan terkait tingkat kognitif dalam Taksonomi Bloom yang direvisi Anderson & Krathwohl dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2. 3 Perbandingan Level Kognitif Pada Taksonomi Bloom Revisi Anderson & Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2001)**

<b>Level Kognitif</b>	<b>Turunan Kata Kerja Operasional Level Kognitif</b>	<b>Definisi</b>
C4 (Menganalisis)	Membedakan Mengorganisasikan Mengatribusi	Mengidentifikasi kepentingan suatu informasi dengan membandingkan informasi yang kurang relevan dalam materi yang disajikan, seperti membedakan antara angka yang relevan dan tidak relevan dalam konteks persoalan matematika.
C5 (Mengevaluasi)	Memeriksa Mengkritik	Mendeteksi inkonsistensi atau kesalahan dalam suatu proses atau produk, serta mengidentifikasi efektivitas prosedur saat diimplementasikan, seperti menentukan apakah kesimpulan seorang ilmuwan sesuai dengan data yang diamati.
C6 (Mencipta atau Mengkreasi)	Menghasilkan Merencanakan Memprediksi	Membuat hipotesis alternatif berdasarkan kriteria tertentu seperti menciptakan proposisi menjelaskan fenomena yang diamati.



### 2.1.3 Keterkaitan Model Pembelajaran Pro-BHL dengan HOTS

Pembelajaran yang menerapkan model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) memiliki keterkaitan dalam pengembangan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik, khususnya pada pembelajaran Fisika. HOTS merupakan keterampilan yang memanfaatkan informasi dan gagasan dengan cara mengubah makna dan implikasinya. Dalam konteks pembelajaran, hal ini terjadi ketika peserta didik dapat menggabungkan fakta dan gagasan kemudian melakukan sintesis, generalisasi, penjelasan, perumusan hipotesis, atau penarikan kesimpulan (Nurjannah *et al.*, 2023). Hal tersebut tentunya menuntut peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran menjadi salah satu faktor utama dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang kompleks. HOTS menjadi prasyarat bagi peserta didik untuk menyelesaikan masalah tersebut. Untuk dapat mengembangkan HOTS peserta didik digunakan model pembelajaran Pro-BHL berbantuan *OLabs* yang menuntut peserta didik terlibat aktif sehingga mendapatkan pengalaman langsung dalam proses belajar. Model pembelajaran Pro-BHL memuat lima sintaks pembelajaran yakni mengorientasi peserta didik terhadap masalah tak terstruktur secara *online*, mengorganisasi peserta didik untuk belajar secara *online*, membimbing penyelidikan peserta didik secara tatap muka, mengembangkan dan menyajikan hasil karya peserta didik secara tatap muka, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah secara tatap muka. Berikut tabel keterkaitan model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) terhadap indikator *Higher Order Thinking Skills* (HOTS).

**Tabel 2. 4 Keterkaitan Model Pembelajaran Pro-BHL dengan Indikator HOTS**

No	Tahapan Pro-BHL	Indikator HOTS
1	Orientasi peserta didik pada masalah tak terstruktur secara <i>online</i>	Menganalisis (C4) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis informasi yang diberikan</li> <li>• Memahami aspek-aspek yang terlibat dalam suatu permasalahan</li> <li>• Mengidentifikasi strategi untuk memecahkan suatu permasalahan</li> </ul>

No	Tahapan Pro-BHL	Indikator HOTS
2	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar secara <i>online</i>	Mengevaluasi (C5) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menemukan informasi dari berbagai sumber</li> <li>• Mengorganisasikan materi pembelajaran atau kelompok peserta didik</li> <li>• Mengevaluasi informasi yang telah didapatkan dalam konteks suatu permasalahan</li> </ul>
3	Membimbing penyelidikan peserta didik secara tatap muka	Menganalisis (C4) dan Mengevaluasi (C5) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis rencana penyelidikan masalah</li> <li>• Menyusun penyelidikan masalah dari berbagai informasi yang telah didapatkan</li> </ul>
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya peserta didik secara tatap muka	Mencipta atau mengkreasi (C6) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengembangkan solusi berdasarkan hasil penyelidikan masalah yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya</li> <li>• Menyusun hasil penyelidikan masalah melalui kreativitas.</li> <li>• Menyajikan hasil penyelidikan masalah yang telah dilakukan</li> </ul>
5	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah secara tatap muka	Menganalisis (C4), Mengevaluasi (C5), dan Mencipta atau mengkreasi (C6) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis dan memahami soal-soal HOTS yang diberikan</li> <li>• Merumuskan strategi untuk menyelesaikan soal-soal HOTS yang diberikan</li> <li>• Mengevaluasi hasil latihan soal HOTS yang telah dikerjakan</li> </ul>

#### 2.1.4 *OLabs*

Pembelajaran berbasis praktikum dapat dilakukan secara langsung di laboratorium fisik maupun tidak langsung melalui simulasi. Ada berbagai jenis laboratorium virtual yang mendukung pelaksanaan praktikum, salah satunya adalah *OLabs*. *OLabs* merupakan laboratorium virtual yang dikembangkan oleh Amrita *CREATE*, Pusat Penelitian Teknologi Canggih untuk Pendidikan di Amrita Vishwa

Vidyapeetham, bekerja sama dengan CDAC (*Career Development and Alumni Center*), dengan dukungan dana penelitian dari Kementerian Elektronika dan Teknologi Informasi, Pemerintah India (Amrita Vishwa Vidyapeetham, 2011). *OLabs* menyediakan berbagai eksperimen dalam bidang sains untuk peserta didik dengan konten yang disesuaikan dengan kurikulum NCERT (*National Council of Educational Research and Training*) atau Dewan Nasional Penelitian dan Pendidikan serta CBSE (*Central Board of Secondary Education*) atau Dewan Pendidikan Tingkat Nasional di India untuk sekolah negeri maupun swasta dan Silabus Dewan Negara *OLabs* yang dapat diperoleh dengan gratis.

*OLabs* bertujuan untuk membuktikan bahwa eksperimen laboratorium dapat diajarkan secara lebih efisien dan hemat melalui internet. Laboratorium virtual ini juga memberikan kesempatan kepada peserta didik yang tidak memiliki akses ke laboratorium fisik atau tidak tersedia peralatan yang diperlukan karena keterbatasan geografis atau ekonomi. Hal ini dapat membantu menjembatani kesenjangan antara peserta didik yang memiliki akses lengkap terhadap fasilitas laboratorium dan mereka yang tidak. Dengan *OLabs*, eksperimen dapat diakses secara fleksibel, dimana dan kapan saja, mengatasi keterbatasan waktu yang sering terjadi ketika hanya memiliki akses terbatas ke laboratorium fisik. Melalui laboratorium virtual ini, peserta didik dapat melakukan berbagai simulasi pembelajaran Fisika, seperti pengukuran, gaya, gelombang, kalor, listrik, dan materi-materi lainnya (Firoos, 2022).

Pelaksanaan eksperimen atau praktikum melalui *OLabs* dapat mengurangi kerusakan peralatan yang mungkin terjadi karena kesalahan selama praktikum langsung, mengingat efektivitas dan efisiensi laboratorium virtual ini. Selain itu, penggunaan laboratorium virtual *OLabs* juga dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan praktikum (Bungkuran *et al.*, 2021). Sejalan dengan penelitian (Mu'minah, 2022), yang menegaskan bahwa praktikum berbantuan *OLabs* merupakan hasil kemajuan teknologi yang dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi berbagai hambatan. Masalah yang berkaitan dengan keterbatasan waktu dalam praktikum laboratorium dapat diatasi dengan praktikum berbantuan *OLabs*. Selain itu, hambatan lain seperti kesulitan

mendapatkan bahan praktikum atau risiko yang terkait dengan keamanan lingkungan dapat diatasi dengan praktikum virtual menggunakan *OLabs*.

Kelebihan dari laboratorium virtual *OLabs* yaitu konten selaras dengan NCERT/CBSE dan *State Board Silabus*, laboratorium virtual ini memuat pembahasan konsep, pengertian, dan prosedur percobaan lengkap dengan simulasi interaktif, animasi, dan video. Peserta didik dapat terampil untuk melaksanakan, merekam, dan mempelajari eksperimen yang dapat dilakukan di berbagai tempat dan waktu. Disamping kelebihan, terdapat juga kekurangan dari *OLabs* diantaranya yaitu materi praktikum belum lengkap secara keseluruhan sesuai dengan kurikulum di Indonesia, bahasa yang diaplikasikan meliputi bahasa India. Namun, pada tampilan laboratorium virtual *OLabs* masih dapat diterjemahkan dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Selain itu, *OLabs* hanya menyediakan opsi yang sudah tersedia dalam tampilan *website*-nya, sehingga guru tidak dapat menambahkan materi pembelajaran tambahan pada *OLabs* serta membutuhkan jaringan internet yang stabil untuk mengaksesnya.

Pada penelitian ini menggunakan laboratorium virtual *OLabs* tepatnya pada materi kalor dan perpindahan kalor. Tujuan penggunaan laboratorium virtual ini yakni membantu peserta didik untuk memahami eksperimen pada materi kalor dan perpindahan kalor melalui sebuah simulasi virtual. Eksperimen yang dilakukan meliputi: (1) eksperimen hukum pendinginan newton, bertujuan untuk menentukan hubungan antara suhu suatu benda panas dan waktu pendinginannya dengan menggambar kurva pendinginan; dan (2) eksperimen kapasitas panas spesifik padat dan cair, bertujuan untuk menentukan kapasitas panas spesifik suatu padatan dan cairan dengan menggunakan metode campuran.

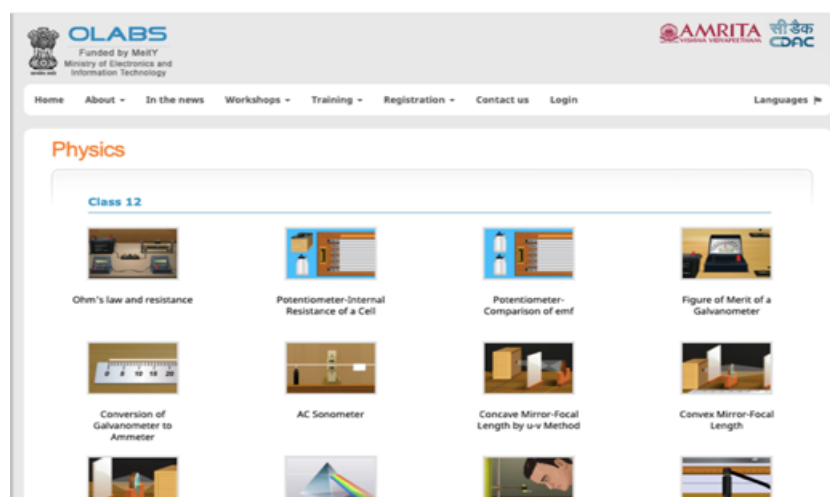
Berikut diuraikan cara penggunaan laboratorium virtual *OLabs* (Amrita Vishwa Vidyapeetham, 2011):

- a. Login *OLabs* melalui situs [www.olabs.edu.in](http://www.olabs.edu.in) menggunakan alamat e-mail yang sudah ada.
- b. Setelah login, maka tampilan awal *OLabs* akan seperti berikut.



**Gambar 2. 1 Tampilan Awal *OLabs***

- c. Kemudian, pilih pelajaran Fisika untuk memuat simulasi-simulasi yang terdapat pada *OLabs* sehingga tampilannya akan seperti gambar dibawah.



**Gambar 2. 2 Tampilan Simulasi *OLabs* Pelajaran Fisika**

- d. Pilihlah simulasi eksperimen yang akan dipelajari pada materi kalor dan perpindahan kalor. Eksperimen yang dilakukan meliputi: (1) eksperimen hukum pendinginan newton; dan (2) eksperimen kapasitas panas spesifik padat dan cair.
- e. Pada saat membuka eksperimen pelajaran Fisika terdapat teori yang memberikan pengantar pada eksperimen. Berikut tampilan pada eksperimen kapasitas panas spesifik padat dan cair.

**Specific Heat Capacity of Solid and Liquid**

**Theory** Procedure Animation Simulator Viva Voce Resources Feedback

**Our Objective**  
To determine the specific heat capacity of a given (i) solid and a (ii) liquid by the method of mixtures.

**The Theory**  
Heat is a form of energy that transfers from a body at higher temperature to a body at lower temperature when they are placed in contact. It is measured in calories.  
**Heat Capacity (S):**  
The amount of heat required to raise the temperature of a substance by one degree (1 °C or 1 °K) is defined as the heat capacity  
 $S = \Delta Q / \Delta T$   
**Specific heat capacity (s):**  
It is the amount of heat required to raise the temperature of unit mass of a substance through 1°C. Its S.I unit is J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.  
Specific heat,  $s = S / m$   
**Calorimetry**  
The branch of physics that deals with measurement of heat is called calorimetry.  
According to the Principle of Calorimetry, if bodies of different temperatures (preferably a solid and a liquid) are brought in thermal contact, the amount of heat lost by the hot body is equal to the amount of heat gained by the cold body at thermal equilibrium, provided no heat is lost to the surrounding. The body at higher temperature releases the heat which is absorbed by the body at lower temperature. The heat transfer occurs until both the bodies attain the same temperature.  
**Calorimeter**  
A device in which heat measurement can be made is called a calorimeter. It is designed to prevent or minimise the heat loss. Calorimeter consists of a

**Gambar 2. 3 Tampilan Fitur Teori *OLabs***

- f. Setelah itu, peserta didik dapat memilih fitur prosedur yang dapat memberikan petunjuk langkah-langkah tentang cara melakukan eksperimen di laboratorium virtual dan juga menggunakan simulator.

**Specific Heat Capacity of Solid and Liquid**

**Theory** Procedure Animation Simulator Viva Voce Resources Feedback

**(i) Specific heat of solid**  
**Materials Required**  
Copper calorimeter with lid, stirrer, and insulating cover, two thermometers (0 °C to 100 °C or 110 °C with a least count of 0.5 °C), a 250 ml beaker, water, a metallic solid cylinder that is insoluble in water, weighing machine, a piece of strong nonflexible thread (25-30 cm long), laboratory stand, tripod stand, wire gauze and a bunsen burner.  
**The Procedure**  
**Real Lab Procedure**

- Set the weighing machine and make sure there is no zero error.
- Take a clean and dry empty calorimeter.
- Weigh the empty calorimeter with the stirrer and lid using a weighing machine. Note this as mass  $m_1$  of the calorimeter.
- Pour an adequate amount of water into the calorimeter to completely submerge the given solid.
- Weigh the calorimeter with water and note its mass  $m_2$ . Place the calorimeter in its insulating cover.
- Measure the temperature of the water in the calorimeter using a thermometer. Wait till the reading in the thermometer becomes stable. Note this as  $t_1$ .
- Remove the thermometer and keep it aside.
- Take another thermometer and hang it from the laboratory stand.
- Weigh the given solid using a weighing machine and note down its mass  $m_3$ .
- Take a 250ml beaker. Fill half of it with water and place it on the wire gauze kept on a tripod stand.
- Tie one end of a strong non-flexible thread tightly to the middle of the solid.
- Suspend the solid in the beaker containing water by tying the free end of the thread to a laboratory stand. Confirm the solid remains completely submerged in water and is at least 0.5cm below the surface.
- This step is important to ensure that the metal attains the same temperature as the water on heating.
- Boil the water with the solid suspended in it for about 5-10 minutes. Measure the temperature  $t_2$  of the water with the other thermometer.
- Remove the solid from boiling water by holding the thread tied to it. Shake to remove any water sticking on its surface and quickly put it in the water in the calorimeter. Replace the lid immediately. Be careful to minimise the time sample spends in contact with air.

**Gambar 2. 4 Tampilan Fitur Prosedur *OLabs***

- g. Selanjutnya, tersedia fitur animasi yang membantu peserta didik dalam memahami cara melakukan percobaan dengan memberikan petunjuk penggunaan alat dan sebagainya.



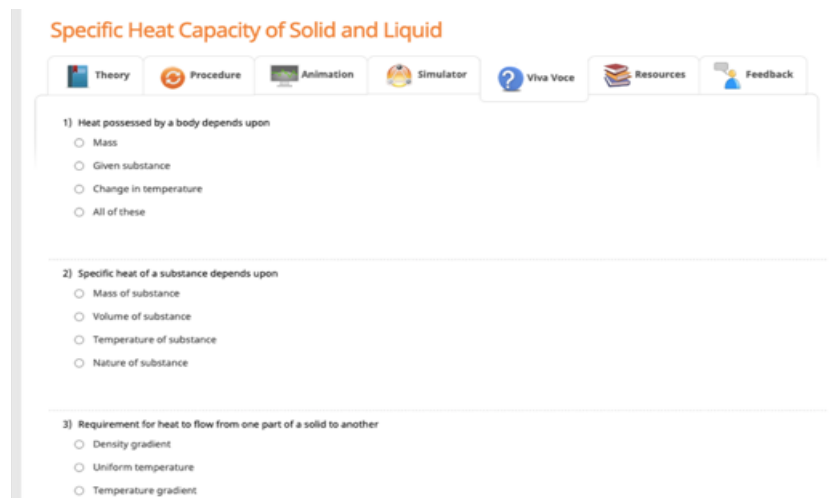
**Gambar 2. 5 Tampilan Fitur Animasi *OLabs***

- h. Kemudian terdapat fitur simulasi yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan percobaan secara interaktif yang memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam menjalankan percobaan secara virtual.



**Gambar 2. 6 Tampilan Fitur Simulasi *OLabs***

- i. Setelah itu terdapat fitur evaluasi diri yang dapat dilakukan melalui modul *viva voce* yang memuat soal-soal evaluasi terkait eksperimen yang telah dilakukan.



**Gambar 2. 7 Tampilan Fitur Evaluasi *OLabs***

- j. Terakhir, terdapat fitur referensi yang menyediakan informasi tentang daftar buku, video, dan tautan pada situs *OLabs*.

### **2.1.5 Kalor dan Perpindahan Kalor**

Materi kalor dan perpindahan kalor merupakan salah satu konsep Fisika yang dapat mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, ban mobil yang meledak ketika terpapar sinar matahari dalam waktu lama, perubahan suhu minuman yang panas saat dicampur dengan air dingin, dan kemampuan kulit manusia untuk merasakan suhu panas atau dingin suatu benda (Kanginan, 2017). Materi kalor dan perpindahan kalor membahas tentang transfer energi panas antara benda-benda yang memiliki suhu yang berbeda saat bersentuhan.

#### **a. Suhu**

Suhu merupakan kuantitas yang menunjukkan tingkat kehangatan suatu benda berdasarkan standar tertentu (Hewitt, 2015). Kehangatan tersebut diperoleh dari energi kinetik rata-rata partikel individu. Sebuah benda akan terasa lebih panas jika disentuh pada keadaan benda bersuhu yang lebih tinggi karena molekul penyusunnya mengalami getaran yang lebih cepat, sehingga partikelnya memiliki energi lebih besar, dan partikel-partikel ini akan berpindah ke tangan saat disentuh sehingga membuat tangan terasa lebih panas (Abdullah, 2016).

Suhu termasuk dalam besaran pokok Fisika dengan satuan SI berupa Kelvin (K). Suhu dapat diukur menggunakan alat yang disebut sebagai termometer dan



dinyatakan dalam satuan derajat ( $^{\circ}$ ). Termometer adalah tabung kaca berskala yang berisi cairan. Cairan tabung memuai pada suhu yang lebih tinggi, menghasilkan pembacaan skala yang lebih tinggi. Sebaliknya, cairan tabung menyusut pada suhu yang lebih rendah menghasilkan angka skala yang lebih kecil (Purwanto & Azam, 2014). Skala merupakan batas-batas yang berupa garis atau titik yang berurutan memiliki jarak yang sama dan dimanfaatkan sebagai sumber perspektif untuk hasil pengukuran. Skala suhu dapat diperoleh dengan mengatur dua suhu yang berbeda pada termometer. Kedua suhu tersebut harus memenuhi dua persyaratan yaitu nilainya tidak boleh berfluktuasi dan harus mudah dibuat kapan saja di berbagai lokasi. Adapun skala termometer yang sering digunakan terdapat empat jenis (Kanginan, 2017).

#### **1) Skala Celcius**

Pada skala Celcius, titik tetap bawah ditetapkan dari suhu es murni yang mencair dan diberi nilai  $0^{\circ}\text{C}$ , sedangkan titik tetap atas ditetapkan dari suhu air murni saat mendidih dan diberi nilai  $100^{\circ}\text{C}$ . Dua titik tetap tersebut diambil dalam keadaan tekanan udara sebesar 1 atm (76 cmHg). Skala termometer celcius dibagi ke dalam 100 bagian, dengan masing-masing bagian mewakili  $1^{\circ}\text{C}$  (Purwanto & Azam, 2014).

#### **2) Skala Fahrenheit**

Nilai suhu es murni mencair pada skala Fahrenheit yaitu sebesar  $32^{\circ}\text{F}$  dan suhu air murni dalam keadaan mendidih adalah  $212^{\circ}\text{F}$  (Purwanto & Azam, 2014). Skala Fahrenheit memiliki perbedaan titik tetap bawah dan atas sebesar  $180^{\circ}\text{F}$ .

#### **3) Skala Reamur**

Nilai suhu es murni mencair pada skala Reamur yaitu sebesar  $0^{\circ}\text{R}$  suhu air murni mendidih adalah  $80^{\circ}\text{R}$  (Purwanto & Azam, 2016). Skala Reamur memiliki perbedaan titik tetap bawah dan atas sebesar  $80^{\circ}\text{R}$ .

#### **4) Skala Kelvin**

Pada skala Kelvin, titik tetap bawah diambil dari suhu ketika partikel-partikel dari suatu zat di alam semesta berhenti bergerak yang kemudian ditetapkan sebagai nol derajat mutlak atau disebut juga sebagai nol Kelvin. Suhu es murni

mencair pada skala Kelvin diberi nilai 273 K dan suhu air murni dalam keadaan mendidih diberi nilai sebesar 373 K (Abdullah, 2016).

Adapun dari keempat skala suhu tersebut dapat dilihat hubungannya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 2. 5 Perbandingan Skala Termometer (Kanginan, 2017).**

Termometer	Titik Beku Air	Titik Didih Air	Pembagian Skala
Celcius	0	100	100
Fahrenheit	32	212	180
Reamur	0	80	80
Kelvin	273	373	100

Berdasarkan tabel diatas, perbandingan pembagian skala Celcius (C), Fahrenheit (F), Reamur (R), dan Kelvin adalah sebagai berikut.

- a) Pembagian antara skala Celcius (C) dan Fahrenheit (F)

$$C : (F - 32) = 5 : 9 \text{ maka } C = \frac{5}{9}(F - 32) \text{ atau } F = \frac{9}{5}C + 32 \quad (1)$$

- b) Pembagian antara skala Celcius (C) dan Reamur (R)

$$C : R = 5 : 4 \text{ maka } C = \frac{5}{4}R \text{ atau } R = \frac{4}{5}C \quad (2)$$

- c) Pembagian skala Reamur (R) dengan Fahrenheit (F)

$$R : (F - 32) = 4 : 9 \text{ maka } R = \frac{4}{9}(F - 32) \text{ atau } F = \frac{9}{4}R + 32 \quad (3)$$

- d) Pembagian antara skala Celcius (C) dan Kelvin (K)

Dengan panjang skala Celcius dan Kelvin yang sama, sehingga perbandingannya adalah  $C : K = 1 : 1$ . Mengingat  $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$  dan  $100^\circ\text{C} = 373 \text{ K}$ , maka hubungan keduanya dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$C = K - 273 \text{ atau } K = C + 273 \quad (4)$$

Keempat persamaan dari hubungan skala termometer yang satu dengan yang lainnya dapat digunakan untuk melakukan konversi skala suhu. Secara keseluruhan dapat disimpulkan perbandingannya dalam persamaan berikut.

$$C : (F - 32) : R : (K - 273) \quad (5)$$

$$100 : 180 : 80 : 100$$

$$5 : 9 : 4 : 5$$

## **b. Pemuaiian**

Pemuaiian merupakan keadaan bertambahnya ukuran suatu benda karena adanya kenaikan suhu. Dengan sedikit pengecualian, sebagian banyak zat ketika dipanaskan akan mengalami pemuaiian dan ketika didinginkan akan mengalami penyusutan (Hewitt, 2015). Molekul adalah penyusun setiap zat di mana molekul tersebut selalu bergerak. Jika suhu naik, energi gerak setiap molekul akan meningkat. Akibatnya, ada lebih banyak ruang untuk gerak molekuler. Objek akan lebih mudah mengembang jika ada lebih banyak ruang untuk gerakan molekuler aturan umum benda memuai saat dipanaskan. Sebaliknya ketika suhu turun, sedikit pula energi yang dibutuhkan molekul untuk bergerak. Akibatnya, ada sedikit ruang untuk gerakan molekuler. Benda menyusut karena ada sedikit ruang bagi molekul untuk bergerak. Akibatnya, benda biasanya akan menyusut saat suhu turun (Purwanto & Azam, 2014). Secara umum terdapat tiga jenis pemuaiian (Kanginan, 2017).

### **1) Pemuaiian Zat Padat**

Pemuaiian zat padat merupakan peristiwa di mana suatu benda padat mengalami pemuaiian karena perubahan suhu yang terjadi pada seluruh bagian benda tersebut. Pemuaiian zat padat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu pemuaiian panjang, pemuaiian luas, dan pemuaiian volume (Kanginan, 2017).

#### **a) Pemuaiian Panjang**

Pemuaiian panjang adalah keadaan bertambahnya panjang suatu benda karena adanya kenaikan suhu. Pemuaiian panjang terjadi pada benda yang memiliki bentuk memanjang seperti batang. Pertambahan panjang benda tiap satuan panjang per satu satuan suhu disebut koefisien muai panjang yang dilambangkan dengan alfa ( $\alpha$ ). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Purwanto & Azam, 2014).

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} \quad (6)$$

Keterangan :

$L_0$  = panjang mula-mula benda ( $m$ )

$\alpha$  = koefisien muai panjang ( $^{\circ}C$ )<sup>-1</sup>

$T$  = suhu akhir benda ( $^{\circ}C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}C$ )

Dari persamaan (6) dapat mencari pertambahan panjang benda dengan persamaan berikut.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (7)$$

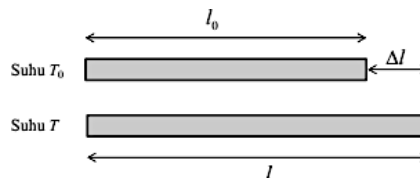
Jika panjang benda setelah memuai dilambangkan dengan  $L_T$ , maka :

$$L_T = L_0 + \Delta L$$

$$L_T = L_0 + \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_T = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \quad (8)$$

Berikut ilustrasi pemuaian panjang benda pada suhu awal ( $T_0$ ) dan suhu setelah pemuaian ( $T$ ).



**Gambar 2. 8 Pemuaian Panjang (Abdullah, 2016)**

### b) Pemuaian Luas

Pemuaian luas terjadi pada benda yang berbentuk seperti bangun datar sehingga pertambahan ukuran terjadi pada panjang dan lebar benda tersebut. Pertambahan luas benda tiap satuan luas per satu satuan suhu disebut koefisien muai luas yang dilambangkan dengan beta ( $\beta$ ), dengan nilai  $\beta$  sama dengan dua kali nilai  $\alpha$  secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Purwanto & Azam, 2014).

$$\beta = 2\alpha \quad (9)$$

Dengan persamaan untuk mencari pertambahan luas berikut.

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T \quad (10)$$

Sehingga jika luas benda setelah memuai dilambangkan dengan  $A_T$ , maka:

$$\begin{aligned} A_T &= A_0 + \Delta A \\ A_T &= A_0 + A_0\beta\Delta T \\ A_T &= A_0 (1 + \beta\Delta T) \end{aligned} \quad (11)$$

Keterangan :

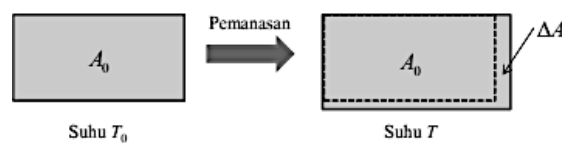
$\Delta A$  = pertambahan luas benda ( $m^2$ )

$A_0$  = luas mula-mula benda ( $m^2$ )

$\beta$  = koefisien muai luas benda ( $/^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu benda ( $^\circ\text{C}$ )

Berikut ilustrasi pemuaian luas benda pada suhu awal ( $T_0$ ) dan suhu setelah pemuaian ( $T$ )



**Gambar 2. 9 Pemuaian Luas (Abdullah, 2016)**

### c) Pemuaian Volume

Pemuaian volume terjadi pada benda berdimensi tiga yakni benda yang memiliki panjang, lebar dan tinggi. Pertambahan ukuran pada pemuaian volume terjadi pada panjang, lebar dan tinggi suatu benda. Jika  $\alpha$  merupakan lambang dari koefisien muai panjang,  $\beta$  sebagai lambang koefisien muai luas, maka koefisien muai volume dilambangkan dengan  $\gamma$ . Dengan persamaan untuk mencari pertambahan volume sebagai berikut.

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \quad (12)$$

Jika volume benda setelah memuai dilambangkan dengan  $V_T$ , maka

$$\begin{aligned} V_T &= V_0 + \Delta V \\ V_T &= V_0 + V_0\gamma\Delta T \\ V_T &= V_0 (1 + \gamma\Delta T) \end{aligned} \quad (13)$$

Dengan :

$$\gamma = \frac{3}{2}\beta = 3\alpha \quad (14)$$

Keterangan :

$\Delta V$  = pertambahan volume ( $m^3$ )

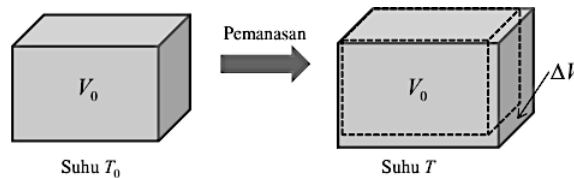
$V$  = volume akhir benda ( $m^3$ )

$V_0$  = volume mula-mula ( $m^2$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume zat ( $/^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu benda ( $^\circ\text{C}$ )

Berikut ilustrasi pemuaian volume benda pada suhu awal ( $T_0$ ) dan suhu setelah pemuaian ( $T$ ).



**Gambar 2. 10 Pemuaian Volume (Abdullah, 2016)**

## 2) Pemuaian Zat Cair

Pemuaian zat cair hanya terjadi pada pemuaian volume saja, karena sifat zat cair yang cenderung mengikuti bentuk wadah tempatnya berada. Semakin tinggi suhu yang diberikan pada zat cair, semakin besar perubahan volumenya (Kanginan, 2017). Persamaan untuk menghitung pemuaian zat cair serupa dengan persamaan untuk pemuaian zat padat. Namun, pada perubahan volume zat cair lebih signifikan dibandingkan dengan zat padat untuk kenaikan suhu yang sama. Oleh karena itu, ketika suatu wadah yang berisi zat cair mendekati penuh dipanaskan, pada suhu tertentu, zat cair dalam wadah tersebut akan meluap. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T$$

$$\Delta V = \gamma V_0 (T_1 - T_0) \quad (15)$$

Keterangan :

$\Delta V$  = pertambahan volume ( $m^3$ )

$V$  = volume akhir benda ( $m^3$ )

$V_0$  = volume mula-mula ( $m^2$ )

$\gamma$  = koefisien muai volume zat ( $/^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu benda ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 3) Pemuaiian Zat Gas

Pemuaiian zat gas merupakan peristiwa di mana volume gas meningkat karena kenaikan suhu. Gas yang tidak memiliki wujud atau bentuk yang tetap, tidak dapat memuai secara panjang atau luas seperti zat padat atau cair. Pemuaiian zat gas diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu isobarik, isokhorik, dan isotermik (Kanginan, 2017).

#### a) Isobarik

Proses isobarik merupakan peristiwa di mana ketika gas mengalami transformasi atau perubahan dengan tekanan yang konstan atau tidak berubah. Ketika panas ditambahkan ke sistem dengan tekanan yang tetap, volumenya akan meningkat seiring dengan jumlah panas yang dimasukkan. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (16)$$

#### b) Isokhorik

Proses isokhorik merupakan peristiwa di mana tidak ada perubahan volume, meskipun panas ditambahkan atau dihapus dari sistem, di mana usaha yang dilakukan dalam sistem sama dengan nol. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Kanginan, 2017)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (17)$$

#### c) Isotermik

Proses isotermik merupakan peristiwa di mana transformasi atau perubahan keadaan sistem terjadi pada suhu yang tetap atau konstan. Proses ini berlangsung tanpa adanya perubahan suhu. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (18)$$

### c. Kalor

Kalor merupakan energi yang mengalir dari zat yang bersuhu tinggi ke zat yang bersuhu lebih rendah dengan satuan kalori atau joule (Hewitt, 2015). 1 kalori setara dengan 4,2 joule atau 1 joule setara dengan 0,24 kalori dan 1 kilokalori setara dengan  $4,2 \times 10^3$  joule (Purwanto & Azam, 2014).

#### 1) Kalor Jenis

Kalor jenis merupakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar  $1^\circ\text{C}$ . Suhu suatu benda dapat naik atau turun atau bahkan berubah bentuk, bergantung pada seberapa banyak panas yang ada di dalamnya. Jika suatu benda terkena panas, suhunya akan naik. Sebaliknya jika melepaskan kalor maka suhunya akan turun. Berapa banyak intensitas yang didapat atau disampaikan oleh suatu benda sesuai dengan berapa banyak kenaikan atau penurunan suhunya. Berikut ini hubungan matematis antara jumlah kalor dan kenaikan suhu (Purwanto & Azam, 2014).

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (19)$$

Dari persamaan (19) dapat diperoleh persamaan untuk mencari kalor jenis seperti berikut.

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad (20)$$

Keterangan :

$Q$  = kalor yang dibutuhkan ( $J$ )

$m$  = massa benda ( $Kg$ )

$c$  = kalor Jenis ( $J/Kg^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

#### 2) Kapasitas Kalor

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda sebanding dengan kapasitas kalor benda tersebut dan sebanding pula dengan perubahan suhunya. Kapasitas kalor ( $C$ ) didefinisikan sebagai berikut. "*Banyaknya kalor yang diperlukan suatu zat untuk menaikkan suhu suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar  $1^\circ\text{C}$* ". Hubungan antara banyaknya kalor yang diserap oleh suatu



benda terhadap kapasitas kalor benda dan kenaikan suhu benda dituliskan dalam bentuk persamaan berikut (Purwanto & Azam, 2014).

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (21)$$

Keterangan :

$Q$  = kalor yang dibutuhkan ( $J$ )

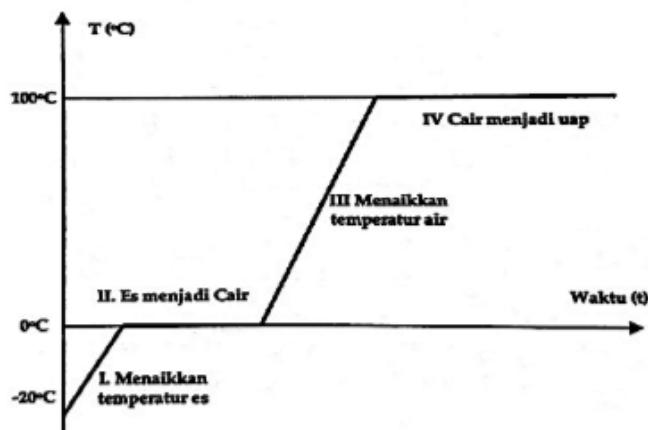
$C$  = kapasitas kalor ( $J/^\circ C$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ C$ )

### 3) Perubahan Wujud Zat

Kalor yang diserap zat dapat menaikkan suhu dan dapat digunakan untuk mengubah wujud zat. Tiga jenis zat pada Fisika yaitu: gas, cair, dan padat. Jika suatu zat mengalami sejumlah panas dan mempertahankan tekanan konstan, ia dapat mengalami transisi antar wujud zat. Misalnya, ketika air dipanaskan sampai suhu tertentu, ia dapat berubah dari wujud padat menjadi wujud cairnya. Proses ini dikenal dengan peleburan dan proses sebaliknya disebut pembekuan. Saat dipanaskan ke suhu yang lebih tinggi, air dapat berubah menjadi uap air atau disebut sebagai penguapan. Namun, kapur barus dan es kering, di antara padatan lainnya, tidak harus melalui fase cair sebelum menjadi uap, proses ini disebut sebagai sublimasi. Pergeseran aktivitas dan perilaku molekul zat memicu proses ini (Purwanto & Azam, 2014).

Secara molekuler, proses penguapan air menjadi uap air, misalnya terjadi ketika zat menerima kalor. Hal ini menyebabkan peningkatan energi kinetik molekul air, yang digunakan untuk memecah gaya tarik menarik yang ada di antara molekul, menyebabkan molekul air meregang dan menjadi uap (Ishaq, 2007). Perubahan fase dapat terjadi karena berbagai alasan, termasuk panas dan kenaikan suhu. Dalam tekanan air juga merupakan komponen lain. Misalnya, pencairan es menjadi air (cair) terjadi pada suhu  $100^\circ C$ , tetapi juga menguap pada suhu tersebut ketika tekanan 1 atm (Purwanto & Azam, 2014).



**Gambar 2. 11 Proses Perubahan Es Menjadi Uap (Purwanto & Azam, 2014)**

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa proses perubahan es dengan suhu awal sebesar  $-20^{\circ}\text{C}$  hingga menjadi uap terdapat empat tahapan dengan menggunakan persamaan berikut.

Tahap I kalor untuk menaikkan suhu es merujuk pada persamaan (19). Tahap II kalor untuk mencairkan es menggunakan persamaan berikut.

$$Q_{II} = m \cdot H_f \quad (22)$$

Tahap III kalor untuk menaikkan temperatur air merujuk pada persamaan (19). Sedangkan Tahap IV kalor untuk menguapkan air merujuk pada persamaan (22).

#### 4) Asas Black

Kalor atau energi panas adalah bentuk energi, sehingga berlaku asas kekekalan energi panas. Ketika dua benda dengan suhu yang berbeda bersentuhan atau dicampur, benda dengan suhu lebih tinggi akan melepaskan kalor sedangkan benda dengan suhu lebih rendah akan menyerap kalor. Kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang diserap, konsep ini dikenal dengan Asas Black. Bunyi Asas Black adalah sebagai berikut. *“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah”*.

Adapun secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut (Purwanto & Azam, 2016).

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (23)$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_1 c_1 (T_1 - T_a) = m_2 c_2 (T_2 - T_a)$$

Keterangan:

$m_1$  = massa zat pertama ( $Kg$ )

$c_1$  = kalor jenis zat pertama ( $J/Kg^{\circ}C$ )

$T_1$  = suhu mula-mula zat pertama ( $^{\circ}C$ )

$T_a$  = suhu akhir setelah mencapai kesetimbangan ( $^{\circ}C$ )

$m_2$  = massa zat kedua ( $Kg$ )

$c_2$  = kalor jenis zat kedua ( $J/Kg^{\circ}C$ )

$T_2$  = suhu mula-mula zat kedua ( $^{\circ}C$ )

#### d. Perpindahan Kalor

Kalor merupakan salah satu bentuk energi dan memiliki sifat-sifat yang serupa dengan energi. Kalor cenderung merambat dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Perpindahan atau perambatan kalor dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi (Kanginan, 2017).

##### 1) Konduksi

Konduksi adalah pertukaran intensitas kalor yang dimulai dari satu titik ke titik berikutnya melalui benda. Namun, selama intensitasnya bergerak, tidak ada bagian dari partikel atau atom yang membentuk item tersebut bergerak. Pergerakan elektron dan getaran atom padat di sekitar posisi kesetimbangannya adalah dua faktor yang menyebabkan peristiwa konduksi. Bahan logam adalah satu-satunya yang dapat mentransfer panas melalui konduksi dari migrasi elektron. Padatan menunjukkan perpindahan panas berbasis konduksi. Misalnya, ujung besi yang berlawanan juga akan memanaskan saat salah satu ujungnya dipanaskan. Ini karena intensitas perpindahan dari ujung panas ke ujung lainnya. Tidak ada bagian yang bergerak yang terbuat dari besi. Bagian atas atau pinggir panci juga ikut panas saat bagian bawah panci dipanaskan. Ini terjadi karena panas berpindah dari dasar panci

ke bagian lain. Panci tidak memiliki bagian yang bergerak. Pengukuran kemampuan suatu zat untuk mentransfer panas disebut konduktivitas termal.

Laju konduksi kalor bahan memenuhi persamaan berikut (Abdullah, 2016).

$$H = \frac{Q}{t} = k \frac{A\Delta T}{\Delta x} \quad (24)$$

Keterangan:

$H$  = laju kalor konduksi ( $J/s$ )

$A$  = luas permukaan ( $m^2$ )

$\Delta x$  = tebal bahan ( $m$ )

$k$  = konduktivitas termal bahan ( $J/mK$ )

$\Delta T$  = beda suhu ( $^{\circ}C$ )

## 2) Konveksi

Konveksi adalah perpindahan kalor yang disebabkan oleh pergerakan partikel antara dua zat, disertai dengan pergerakan partikel itu sendiri. Perpindahan kalor secara konveksi terutama terjadi pada fluida seperti udara dan air. Ada dua cara di mana udara atau air bisa bergerak, baik secara alami maupun dipaksa. Contoh konveksi alami meliputi angin darat dan laut serta aliran air vertikal. Sementara itu, contoh konveksi paksa termasuk penggunaan pompa air untuk memompa air atau penggunaan pompa udara untuk mengisi ban. Laju perambatan kalor melalui konveksi sebanding dengan luas permukaan yang dilalui oleh fluida dan perbedaan suhu antara dua titik dalam fluida tersebut. Secara matematis, hubungan itu dirumuskan sebagai berikut (Abdullah, 2016).

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T \quad (25)$$

Keterangan:

$H$  = laju kalor konduksi ( $J/s$ )

$A$  = luas permukaan ( $m^2$ )

$\Delta T$  = beda suhu ( $^{\circ}C$ )

$h$  = koefisien konveksi ( $Wm^{-2}K^{-1}$ )

### 3) Radiasi

Radiasi adalah metode perpindahan panas melalui ruang hampa. Dalam hal ini, gelombang elektromagnetik adalah sarana pelepasan panas. Oleh karena itu, gelombang elektromagnetik mampu melintasi ruang hampa. Gelombang elektromagnetik membawa panas dari benda panas apapun. Suhu mempengaruhi panjang gelombang dan frekuensi gelombang elektromagnetik yang dilepaskan. Gelombang elektromagnetik dapat diserap, dipantulkan, atau diserap sebagian dan dipantulkan sebagian ketika mengenai suatu benda. Namun, sebagai aturan umum, jika mengenai suatu benda, sebagian dari gelombang elektromagnetik akan dikonsumsi dan sebagian akan dipantulkan. Jika suatu benda berwarna hitam, ia akan menyerap semua gelombang elektromagnetik, dan jika berkilau, ia akan memantulkannya. Benda yang mampu menyerap atau memancarkan gelombang elektromagnetik tanpa celah dikenal sebagai benda hitam. Karena tidak ada yang namanya benda hitam sempurna, nilai emisivitas suatu benda ditentukan oleh jenisnya. Selalu ada kesetimbangan termal antara benda dan lingkungannya. Jika suhu lebih tinggi dari faktor lingkungan, benda tersebut melepaskan panas. Sebaliknya, benda akan menyerap kalor jika suhunya lebih rendah dari lingkungan sekitarnya. Rumus berikut menjelaskan jumlah energi yang diserap atau dilepaskan oleh benda (Purwanto & Azam, 2014):

$$W = e(T_b - T_l)^4 \quad (26)$$

Keterangan :

$W$  = energi yang dipancarkan per satuan waktu setiap satuan luas ( $\text{watt}/\text{m}^2$ )

$e$  = emisivitas benda ( $0 < e < 1$ )

$T_b$  = suhu mutlak benda (K)

$T_l$  = suhu mutlak lingkungan (K)

## 2.2 Hasil yang Relevan

Penelitian dengan judul Pengaruh Model *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) berbantuan *OLabs* terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) Peserta Didik pada Materi Kalor dan Perpindahan Kalor yang akan dilaksanakan relevan dengan beberapa hasil penelitian, yakni penelitian yang dilakukan oleh

Dalila (2019) dalam skripsinya yang berjudul “Penerapan Model *Problem Based-Hybrid Learning* (Pro-BHL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Alat Optik” menyimpulkan bahwa model pembelajaran Pro-BHL terbukti berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi alat optik. Sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan Sujanem *et al.*, (2018) dalam jurnalnya yang berjudul “*The Effectiveness of Problem-Based Hybrid Learning Model in Physics Teaching to Enhance Critical Thinking of the Students of SMAN 1 Singaraja*” diperoleh hasil penelitian bahwa pembelajaran Fisika dengan model pembelajaran Pro-BHL dapat efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMAN 1 Singaraja.

Dalam penelitian Rahmawati *et al.*, (2022) yang berjudul “*Learning of Hybrid Methods to Improve Mathematics Critical Thinking Ability of Students Class XI MIPA*” diperoleh hasil penelitian bahwa kegiatan pembelajaran menggunakan *hybrid learning* dengan pemecahan masalah mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada pemecahan masalah matematika di mana peserta didik mampu membuat keputusan dengan cepat, dan tidak mudah putus asa, serta berani berpendapat, bertanya, atau menjawab pertanyaan. Hal ini menunjukkan bahwa kepercayaan diri peserta didik dalam pembelajaran matematika dengan *hybrid learning* semakin meningkat sehingga mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Hasil penelitian yang dilakukan Alfiah & Dwikoranto (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan Laboratorium Virtual PhET untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA” hasilnya menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL dengan berbantuan laboratorium virtual PhET dapat meningkatkan setiap aspek HOTS peserta didik. Aspek-aspek tersebut meliputi berpikir kritis, berpikir kreatif, dan kemampuan pemecahan masalah, yang mencakup level kognitif C4, C5, dan C6 (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta atau mengkreasi). Kemudian dilakukan penelitian oleh Yunitasari *et al.*, (2023) dalam jurnalnya yang berjudul “*The Influence of Applying the Guided Inquiry Learning Model Assisted by the OLABS Website on the Physics Learning Outcomes of High School Students*” diperoleh hasil penelitian bahwa

penerapan model pembelajaran *Guided Inquiry* berbantuan *OLabs* memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan prestasi belajar Fisika peserta didik.

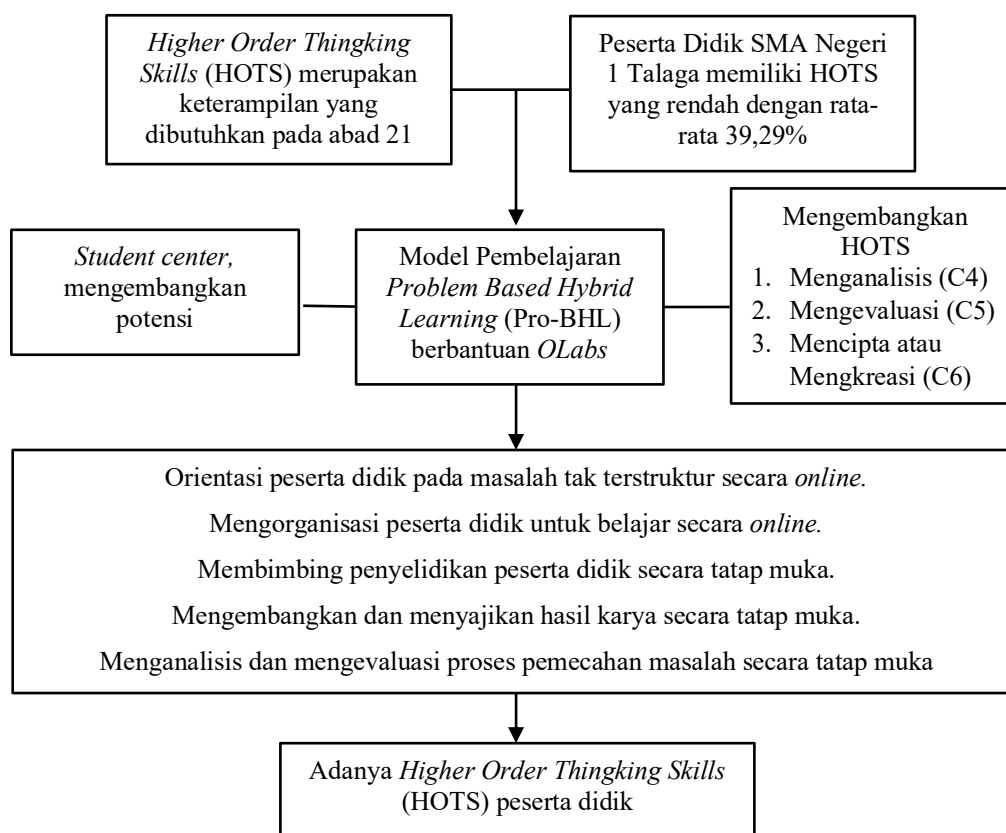
Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan, maka dalam penelitian ini menghimpun model pembelajaran *hybrid* berbasis masalah dengan memiliki perbedaan dalam keterampilan yang ditingkatkan dan materi yang diterapkan. Dalam penelitian ini menggunakan model *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) berbantuan *OLabs* terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik pada materi kalor dan perpindahan kalor.

### **2.3 Kerangka Konseptual**

Pembelajaran abad 21 merupakan suatu kegiatan pembelajaran yang menekankan pada kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan. *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menjadi bagian dari keterampilan abad 21 yang dapat membantu dan mempersiapkan peserta didik untuk kehidupan di masa depan. Dalam konteks perkembangan teknologi dan informasi, peserta didik tidak hanya diajarkan untuk menerima informasi dan mengoperasikan teknologi, tetapi juga untuk mengembangkan kemampuan analitis dalam memilah dan mengevaluasi informasi yang diterima.

Hasil studi pendahuluan telah dilakukan di SMA Negeri 1 Talaga pada kelas XI MIPA melalui metode observasi, wawancara dengan guru Fisika, dan tes awal HOTS pada peserta didik. Berdasarkan hasil observasi diperoleh informasi bahwa pembelajaran Fisika di kelas masih cenderung berpusat pada guru, sehingga peserta didik kurang aktif saat pembelajaran berlangsung. Hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara kepada guru Fisika kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Talaga diperoleh informasi bahwa pembelajaran yang sering dilakukan yaitu pembelajaran secara konvensional dengan metode ceramah, guru juga jarang melakukan praktikum dalam pembelajaran, hal ini dikarenakan keterbatasannya alat-alat praktikum di laboratorium. Selain itu, hasil dari tes awal menunjukkan HOTS peserta didik masih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya pengasahan kemampuan HOTS peserta didik dalam pembelajaran Fisika.

Berdasarkan permasalahan yang ada, perlu adanya perbaikan dalam kegiatan pembelajaran Fisika. Perbaikan tersebut dapat dilakukan dengan cara penggunaan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan dapat mendorong pengembangan HOTS peserta didik. Salah satu model untuk mengembangkan HOTS peserta didik yaitu model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL). Berdasarkan beberapa referensi diketahui bahwa model pembelajaran Pro-BHL berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir peserta didik. Selain itu, untuk mengatasi keterbatasan alat praktikum di laboratorium dapat dilakukan simulasi praktikum melalui laboratorium virtual. Salah satu laboratorium virtual yang dapat digunakan sebagai pengganti praktikum adalah *OLabs*. Pembelajaran yang optimal dapat didukung dengan pelaksanaan praktikum sehingga akan membuat peserta didik lebih mudah memahami materi yang dipelajari. Oleh karena itu, model pembelajaran Pro-BHL ini dikolaborasikan dengan kegiatan praktikum melalui laboratorium virtual *OLabs*.



**Gambar 2. 12 Kerangka Konseptual**



## 2.4 Hipotesis Penelitian

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

- $H_0$  : tidak ada pengaruh model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) berbantuan *OLabs* terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik pada materi kalor dan perpindahan kalor di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Talaga tahun ajaran 2023/2024.
- $H_a$  : ada pengaruh model pembelajaran *Problem Based Hybrid Learning* (Pro-BHL) berbantuan *OLabs* terhadap *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik pada materi kalor dan perpindahan kalor di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Talaga tahun ajaran 2023/2024.