

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 *Creative Responsibility Based Learning (CRBL)*

Creative Responsibility Based Learning (CRBL) merupakan sebuah model pembelajaran yang terpusat pada peserta didik dengan memfasilitasi tanggung jawab serta keterampilan proses peserta didik untuk perkembangan kreativitas ilmiahnya (Suyidno et al., 2020). Dalam penelitian lain disebutkan bahwa model CRBL memberikan ruang untuk bekerja sama dan menjadikan imajinasi sebagai upaya menghasilkan ide-ide baru juga unik untuk memecahkan masalah (Suyidno et al., 2017). Teori belajar yang menjadi landasan CRBL adalah teori belajar kognitif, yang bukan hanya mengenai keterlibatan antara stimulus dan respons, melainkan terlibatnya kegiatan berpikir yang sangat kompleks dengan usaha yang aktif. Keaktifan tersebut dalam bentuk pencarian pengalaman, pencarian informasi, pemecahan masalah, pencermatan lingkungan, dan mempraktekkan sesuatu agar menggapai suatu tujuan (Siregar & Nara, 2010). CRBL termasuk model pembelajaran inovatif serta mampu memberi fasilitas tanggung jawab dari peserta didik agar dapat meningkatkan pengetahuan ilmiah, keterampilan sains serta kreativitas ilmiah (Zainuddin et al., 2020). CRBL juga merupakan model pembelajaran yang memiliki keterkaitan dengan keaktifan peserta didik dimana peserta didik dapat belajar mandiri dalam menyelesaikan tugas yang diterima melalui kerja sama tim untuk memperoleh ide kreatif (Syafitri et al., 2023).

Suyidno et al. (2021) dalam bukunya mengemukakan bahwa pada model pembelajaran CRBL diperkenalkan teori *Zone of Proximal Development (ZPD)* dari Vygotsky. Dimana dalam model CRBL ini ditekankan pentingnya kerja sama peserta didik melalui investigasi ilmiah serta tugas yang dapat memberi dorongan pada peserta didik agar berpikir melalui pemberian masalah serta dilibatkan langsung dalam proses mencari alternatif solusi dari permasalahan. Penerapan ZPD dalam CRBL menjadi kesempatan yang diberikan pada peserta didik untuk dapat menyelesaikan masalah dengan teman sejawat. Peserta didik dengan pembelajaran menggunakan ZPD ini ketika merasa tidak mampu menyelesaikan masalah sendiri

maka dapat memperoleh bantuan dari teman yang lebih mampu. Dari beberapa pendapat yang dikemukakan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa CRBL adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang mendorong kolaborasi dalam memecahkan masalah melalui ide-ide baru. Model ini juga mendukung pembelajaran mandiri dan kerja sama tim, sehingga memungkinkan peserta didik untuk menemukan solusi kreatif secara aktif dan bertanggung jawab.

Model CRBL memiliki 5 tahapan kegiatan pembelajaran yaitu berdasarkan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Sintaks Model *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL)

No.	Fase	Aktivitas Pendidik
1	Membangkitkan tanggung jawab kreatif	Memotivasi peserta didik dengan mengajukan pertanyaan, menyampaikan tujuan pembelajaran dan pentingnya tanggung jawab untuk menjadi pribadi kreatif.
2	Mengorganisasi kebutuhan belajar kreatif	Membantu peserta didik memahami kebutuhan belajar kreatif dan mengarahkan pembentukan tim kreatif yang terdiri 4-6 anggota.
3	Membimbing investigasi kelompok	Membimbing tanggung jawab kreatif peserta didik pada investigasi ilmiah serta mengkaji berbagai sumber informasi untuk memecahkan masalah secara kreatif.
4	Aktualisasi tanggung jawab kreatif	Memantapkan tanggung jawab kreatif peserta didik dengan menelaah kembali hasil investigasi kelompok dan mengomunikasikan hasilnya.
5	Evaluasi dan refleksi	Membimbing evaluasi hasil serta refleksi proses pembelajaran serta tindak lanjutnya.

Dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran menggunakan model CRBL peserta didik melakukan beberapa kegiatan diantaranya, pada Fase 1 peserta didik membangkitkan tanggung jawab kreatifnya dengan menjawab pertanyaan ilmiah berkaitan dengan materi untuk mendorong kepercayaan diri dan menjadi pribadi kreatif. Pada Fase 2, peserta didik mulai berkelompok, mulai memahami kebutuhan belajar kreatif, serta mengetahui kegiatan apa saja yang perlu dilakukan, serta prosedur jika dilakukan percobaan. Pada Fase 3, peserta didik melakukan investigasi kelompok menggunakan indikator kemampuan pemecahan masalah

dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Investigasi yang dilakukan berupa pencarian informasi dari sumber belajar maupun kegiatan percobaan. Pada Fase 4, peserta didik mengaktualisasi tanggung jawab kreatif dengan menelaah kembali setiap indikator kemampuan pemecahan masalah pada permasalahan yang diselesaikan. Pada Fase 5, peserta didik melakukan evaluasi hasil juga refleksi proses pembelajaran bersama guru untuk kemudian diberikan tindak lanjut.

Model pembelajaran CRBL telah dikembangkan memiliki tujuan utama dapat meningkatkan tanggung jawab, keterampilan proses sains, dan kreativitas ilmiah peserta didik. Tanggung jawab tersebut yaitu dengan melakukan perilaku terbaik mereka selama kegiatan pembelajaran dalam hal partisipasi, menghormati orang lain, kerja sama tim, kepemimpinan, dan ekspresi (Suyidno et al., 2017). Model pembelajaran ini membuat peserta didik bukan hanya mempelajari sebagian besar pengetahuan, tetapi memberi fasilitas agar dapat menerapkan pengetahuan ilmiah untuk memecahkan masalah. Peserta didik akan terlibat dalam pembelajaran bermakna serta punya tanggung jawab lebih besar dalam menuntaskan penyelidikan ilmiah begitu pula tugas kreativitas ilmiah (Agustiana et al., 2021). Penerapan ide-ide Bruner dalam CRBL dengan memperkenalkan *problem solving* sebagai upaya mendorong peserta didik berpikir dengan diberikan masalah dan dilibatkan langsung dalam proses menemukan alternatif solusi dari masalah dapat memfasilitasi keterbukaan ide baru, menjadi pemicu agar peserta didik lebih aktif dan menanamkan antusiasme dalam belajar (Suyidno et al., 2021). Hal tersebut sesuai dengan deskripsi dari model CRBL sebagai model yang menjadikan peserta didik sebagai pusat, mendorong kolaborasi dalam memecahkan masalah melalui ide-ide baru dengan menekankan pada tanggung jawab kreatif peserta didik.

Dalam penerapannya CRBL juga mensyaratkan adanya lingkungan belajar investigasi secara bebas, terbuka, demokratis dan positif, dilengkapi pertanyaan ilmiah sebanyak mungkin, menghargai keragaman imajinasi, inovasi serta berani menerima saran ataupun kritik (Suyidno et al., 2017). Penerapan CRBL juga dapat memfasilitasi peserta didik dalam memecahkan masalah, memahami dunia tempat mereka tinggal, beradaptasi dengan perubahan masyarakat, dan membuat rancangan teknologi baru untuk mencapai tujuan. Selain itu, model CRBL

merupakan model pembelajaran yang kegiatan belajarnya berpusat di peserta didik dan menjadikan guru sebatas fasilitator saja (Aini et al., 2022). Melalui CRBL, guru mampu memfasilitasi, mengorganisasi kebutuhan kreatif, mendorong proses investigasi ilmiah dan aktualisasi tanggung jawab kreatif, serta evaluasi dan refleksi dengan baik (Yanti & Miriam, 2020).

2.1.2 Kemampuan Pemecahan Masalah

Salah satu kemampuan seseorang memecahkan kesulitan dikenal sebagai kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan kunci dalam menjawab segala bentuk tantangan dan permasalahan di kehidupan sehari-hari (Ariadi et al., 2024). Kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah merupakan kemampuan saat menggunakan proses berpikir yang diperoleh dari proses pembelajaran untuk menemukan solusi. Pemecahan masalah juga dapat didefinisikan sebagai suatu cara yang dilakukan oleh peserta didik agar dapat menyelesaikan masalah melalui metode, prosedur, dan strategi yang kebenarannya dapat terbukti secara sistematis (Rahmatiya & Miatun, 2020).

Kemampuan pemecahan masalah menjadi kemampuan mendasar yang harus ada pada masing-masing individu termasuk peserta didik. Kemampuan pemecahan masalah juga menjadi cara bagi seseorang agar mendapat penyelesaian dalam mencapai tujuan. Perlu adanya kesiapan, pengetahuan, kreativitas, dan kecakapan untuk menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Latifah & Afriansyah, 2021). Pemecahan masalah adalah salah satu tujuan utama, alat belajar, dan teknik evaluasi pada pelajaran fisika. Pemecahan masalah merupakan suatu proses untuk mengambil keputusan yang memiliki pengaruh dari pengalaman memecahkan masalah sendiri, pengetahuan, dan interpretasi tugas (Docktor & Heller., 2009). Kemampuan pemecahan masalah menjadi aspek penting kurikulum fisika karena saat kegiatan pembelajaran ataupun penyelesaiannya, peserta didik diizinkan mendapat pengalaman, mempergunakan informasi dan kemampuan serta keterampilan yang sudah ada untuk diaplikasikan dalam pemecahan masalah (Aulia et al., 2022). Kemampuan pemecahan masalah akan mendorong peserta didik untuk merancang sendiri kognitifnya. Penyelesaian masalah pada fisika memiliki prosedur yang sistematis. Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik materi fisika

yang kontekstual. Masalah kontekstual tentu memiliki cakupan yang luas. Dengan demikian dibutuhkan prosedur khusus dalam menyelesaikan permasalahannya (Docktor & Heller, 2009).

Kemampuan pemecahan masalah merupakan aspek kritis dari pembelajaran fisika. Wider & Wider (2023) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa fisika tidak hanya seputar hafalan fakta, tetapi juga kemampuan memecahkan masalah fisika yang kompleks. Kemampuan tersebut tidak sebatas berkaitan dengan penerapan konsep fisika, melainkan juga terlibatnya keterampilan analitis, pemikiran kreatif, dan kemampuan berpikir sistematis. Pemecahan masalah dalam konteks fisika melibatkan kemampuan dalam mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan yang sesuai juga menyusun strategi secara logis untuk menyelesaikan masalah tersebut secara efektif berdasarkan data yang didapatkan (Zhu et al., 2023)

Laporan PISA 2022 mencatat bahwa peserta didik dari negara-negara maju, seperti Singapura dan Korea, secara konsisten menunjukkan kemampuan dalam pemecahan masalah yang kreatif dan efektif. Lebih dari 50% peserta didik yang berada di negara-negara berprestasi tinggi sudah dapat mencapai tingkat kemahiran minimal dalam berpikir kreatif. Sedangkan di lain sisi, negara-negara dengan hasil prestasi rendah masih menunjukkan kesulitan dalam mencapai tingkat dasar pemecahan masalah, terutama yang berkaitan dengan tantangan yang membutuhkan solusi non-linear atau inovatif (OECD, 2023). Proses berpikir dalam pemecahan masalah yang dilakukan peserta didik dapat diamati dari prosedur penyelesaiannya. Salah satu yang dapat digunakan yaitu menurut Docktor & Heller. Adapun kemampuan pemecahan masalah yang dikemukakan oleh Docktor & Heller memiliki indikator seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah

No.	Indikator	Keterangan
1	Deskripsi yang bermanfaat (<i>Useful Description</i>)	Pengorganisasian informasi dari pernyataan masalah secara simbolik, visual atau tulisan.
2	Pendekatan fisika (<i>Physics Approach</i>)	Proses penyelesaian masalah dalam memilih konsep dan prinsip fisika yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan masalah.
3	Penerapan pendekatan fisika secara khusus (<i>Specific Application of Physics</i>)	Proses pemecahan masalah dalam menerapkan konsep dan prinsip fisika pada kondisi tertentu dalam masalah.
4	Prosedur matematis (<i>Mathematical Procedures</i>)	Proses penyelesaian yang dilakukan dengan pemilihan prosedur matematika yang tepat.
5	Perkembangan Logika (<i>Logical Progression</i>)	Proses pemecahan mengarah pada perkembangan solusi yang logis, fokus terhadap suatu tujuan, dan konsisten.

Pemecahan masalah merupakan kegiatan utama yang harus dilakukan dan salah satu tujuan yang harus diperoleh ketika pembelajaran. Dapat disampaikan bahwa kemampuan pemecahan masalah menjadi keterampilan penting tidak hanya terbatas pada mata pelajaran fisika, melainkan juga sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu inti dari pembelajaran fisika. Dengan mengembangkan kemampuan ini, peserta didik tidak hanya akan menjadi lebih baik dalam kegiatan belajar fisika, tetapi juga akan menjadi individu yang lebih mandiri dan siap menghadapi tantangan.

Dalam pengembangannya model CRBL mengikuti alur pemecahan masalah John Dewey dimana investigasi yang dilakukan peserta didik pada sintaks CRBL dapat digunakan untuk menemukan dan memecahkan masalah sains secara kreatif (Zainuddin et al., 2020) sehingga terdapat keterkaitan antara model CRBL dengan kemampuan pemecahan masalah. Berikut merupakan keterkaitan antara sintaks pada model pembelajaran *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) dengan indikator kemampuan pemecahan masalah pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keterkaitan Model Pembelajaran *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) dengan Kemampuan Pemecahan Masalah

Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah
Membangkitkan tanggung jawab kreatif	Pada tahap ini guru memotivasi peserta didik dengan mengajukan pertanyaan berkaitan dengan kegunaan benda secara ilmiah dan menyampaikan pentingnya tanggung jawab menjadi pribadi kreatif.	<i>Useful Description</i> Peserta didik mulai mendeskripsikan permasalahan yang akan dipecahkan melalui pertanyaan dari guru.
Mengorganisasi kebutuhan belajar kreatif	Pada tahap ini guru membantu peserta didik dalam pembentukan kelompok serta memahami kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan penyelidikan mulai dari pengetahuan, sumber belajar, prosedur percobaan.	<i>Physics Approach</i> Peserta didik mendapat sumber belajar dari guru sehingga dapat mulai memilih konsep dan prinsip fisika yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan masalah.
Membimbing investigasi kelompok	- Pada tahap ini guru berperan sebagai fasilitator selama melakukan investigasi kelompok dan melakukan percobaan, - Guru membimbing peserta didik untuk menganalisis data dan melakukan perhitungan hasil percobaan untuk memahami masalah serta menemukan solusi.	<i>Physics Approach</i> Peserta didik menentukan kembali konsep dan prinsip fisika yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan masalah setelah menganalisis informasi dan data hasil percobaan. <i>Specific Application of Physics</i> Peserta didik menerapkan konsep fisika yang dianggap tepat berdasarkan kumpulan informasi dan data yang didapatkan selama investigasi. <i>Mathematical Procedures</i> Peserta didik melakukan perhitungan menggunakan prosedur matematis untuk menyelesaikan permasalahan

Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah
		setelah melakukan analisis data ataupun percobaan.
Aktualisasi tanggung jawab kreatif	Pendidik pada tahap ini membimbing peserta didik untuk menelaah kembali hasil investigasi kelompok dengan mempresentasikan hasil kinerja kelompoknya di depan kelas dan mengarahkan kelompok yang lain untuk saling menanggapi dan melakukan diskusi.	Logical Progression Peserta didik melakukan persentasi dan saling menanggapi solusi dari permasalahan yang diberikan oleh kelompok lain sehingga diperoleh solusi yang logis dan konsisten.
Evaluasi dan refleksi	Pada tahap terakhir Guru menjelaskan konsep yang benar mengenai termodinamika dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, melakukan evaluasi terhadap laporan yang telah dipresentasikan melakukan refleksi tanggung jawab peserta didik selama proses pembelajaran.	Logical Progression Peserta didik mampu membuat solusi yang tepat dan konsisten berdasarkan seluruh kegiatan yang dilakukan dengan adanya penjelasan konsep yang benar dari guru.

2.1.2 Materi Termodinamika

a. Keadaan Gas Ideal dan Proses Termodinamika

Dalam termodinamika sistem didefinisikan sebagai besaran fisis yang merepresentasikan keadaan sistem. Keadaan sistem yang diamati dalam termodinamika yaitu keadaan makroskopis yang berupa keadaan rata-rata partikel dalam sistem atau keadaan keseluruhan partikel dalam sistem. Contoh keadaan makroskopis tersebut adalah temperatur T , jumlah partikel N , volume V , energi dalam U , tekanan p , dan lainnya dimana keadaan fisis suatu sistem termodinamika dideskripsikan dengan sejumlah besaran makroskopik tersebut.

Sistem yang menempati dua keadaan yang berbeda seiring waktu dikatakan mengalami proses termodinamika. Sehingga sistem termodinamika yang mengalami proses juga mengalami perubahan besaran-besaran fisis dan perubahan nilai besaran fisis tersebut dinyatakan dalam sebuah persamaan yang disebut persamaan keadaan. Secara umum persamaan keadaan dituliskan sebagai fungsi dari besaran-besaran keadaan, yaitu:

$$f = (p, V, N, T, \dots) \quad (2.1)$$

Persamaan tersebut menyatakan fungsi yang berkaitan satu sama lain, sehingga perubahan nilai pada salah satunya menyebabkan nilai lainnya juga berubah.

1) Persamaan Keadaan Gas Ideal

Persamaan keadaan gas ideal menghubungkan antara volume gas (V), suhu (T), tekanan (p) dan jumlah mol (n). Persamaan keadaan gas ideal tersebut ditampilkan dalam persamaan seperti berikut.

$$pV = nRT \quad (2.2)$$

dengan:

p = tekanan mutlak pada gas (Pa),

V = volume (m^3),

n = jumlah partikel pada gas (mol),

T = suhu (K),

$R = 8.314472 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ (konstanta gas ideal).

Persamaan ini menunjukkan jika, pada suhu dan jumlah mol tertentu, tekanan gas berbanding terbalik dengan volume, dan perubahan salah satu variabel dapat memengaruhi yang lain secara proporsional. Pada gas nyata berlaku seperti gas ideal pada tekanan rendah dan suhu tinggi. Persamaan 2 dapat dituliskan dalam bentuk yang lain.

$$pV = NkT \quad (2.3)$$

dengan:

N = jumlah partikel,

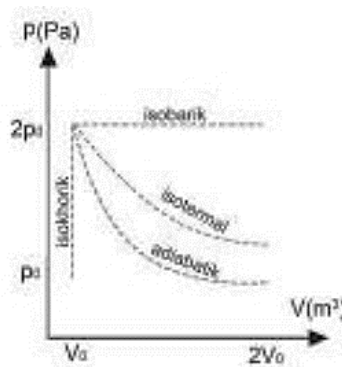
N_A = bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$),

k = konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$) = R/N_A .

2) Proses Termodinamika Gas Ideal

Proses termodinamika adalah perubahan yang dialami sistem dari keadaan kesetimbangan pada keadaan kesetimbangan lain karena adanya transfer dan transformasi energi. Dimana berubahnya nilai sifat gas ditentukan oleh keadaan awal dan keadaan akhir.

Keadaan-keadaan termodinamika yang dialami gas dapat dihubungkan hingga membentuk kurva mewakili perubahan keadaan yang dialami oleh gas ideal, kurva ini kemudian disebut sebagai proses. Termodinamika pada gas tidak dapat terlepas dari empat proses yang ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Empat Proses Termodinamika

Sumber: Kemendikbudristek (2022)

Gambar 2.1 memperlihatkan empat proses termodinamika yang terbentuk dalam diagram p - V. Keempat proses termodinamika tersebut diantaranya proses adiabatik, proses isobarik, proses isotermal, proses isokhorik dan proses isobarik.

a) Proses Isotermik

Proses isotermik merupakan proses yang terjadi pada suhu tetap. Hukum Boyle mengemukakan bahwa hasil kali pada tekanan dan volume adalah suatu bilangan konstan dengan suhu dan jumlah mol tetap dan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$pV = \text{konstan} \quad (2.4)$$

Dengan kata lain, hanya tekanan dan volume gas yang diperbolehkan berubah. Jika gas diawasi dalam temperatur konstan, tekanan akan berbanding terbalik dengan volume. Jika kedua keadaan gas berbeda, maka berlaku persamaan seperti di bawah ini:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2.5)$$

dengan:

p_1 = tekanan gas mula-mula (atm, cmHg, N/m², Pa),

p_2 = tekanan gas akhir (atm, cm Hg, N/ m², Pa),

V_1 = volume gas mula-mula (m³, cm³),

V_2 = volume gas akhir (m³, cm³).

b) Proses Isobarik

Proses isobarik merupakan proses yang terjadi pada tekanan tetap. Persamaan keadaan gas ideal untuk proses isobarik menggunakan Hukum Charles. Contoh dari proses ini yaitu kalor menaikkan suhu air sehingga air berubah menjadi uap air. Uap air mempunyai suhu yang lebih tinggi dan menempati volume yang lebih besar pada tekanan tetap. Pada gas ideal karena tekanan tetap persamaan keadaannya dapat dinyatakan sebagai berikut

$$V = \left(\frac{nR}{P} \right) T \quad (2.6)$$

Charles mengemukakan bahwa pada tekanan dan jumlah mol konstan, volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlak. Apabila dua keadaan gas berbeda maka berlaku persamaan seperti berikut ini.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (2.7)$$

c) Proses Isokhorik

Proses isokhorik merupakan proses yang terjadi pada volume tetap. Persamaan keadaan gas ideal untuk proses isokhorik menggunakan Hukum Gay-Lussac. Pada gas ideal persamaan keadaannya dapat dinyatakan sebagai berikut

$$p = \left(\frac{nR}{V} \right) T \quad (2.8)$$

Gay-Lussac mengemukakan bahwa apabila volume suatu gas dengan massa tertentu konstan, maka tekanan gas cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Secara matematis hukum Gay-Lussac dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{P}{T} = \text{konstan} \quad (2.9)$$

Untuk dua keadaan gas yang berbeda, maka berlaku persamaan seperti berikut ini.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2.10)$$

dengan:

P_1 = tekanan gas mula-mula (Pa),

P_2 = tekanan gas akhir (Pa),

T_1 = suhu gas mula-mula (K),

T_2 = volume gas akhir (K),

b. Hukum Pertama Termodinamika

Termodinamika berkaitan erat dengan kalor dan usaha yang merupakan wujud lain energi. Dalam kondisi tertentu sistem mampu melakukan usaha terhadap lingkungannya, atau sebaliknya sistem menerima usaha dari lingkungannya. Usaha yang dilakukan oleh gas ideal adalah sebagai berikut:

$$W = p \Delta V \quad (2.11)$$

dengan:

p = tekanan (Pa),

ΔV = perubahan volume (m^3).

Pada Hukum Pertama termodinamika dinyatakan bahwa energi bersifat tetap bagaimanapun perubahan yang dialami sistem. Ketika kalor keluar dari sistem dan melakukan kerja atau usaha luar maka berlaku persamaan berikut

$$\Delta U = Q - W \quad (2.12)$$

dengan:

$\Delta U = U_2 - U_1$ = perubahan energi dalam sistem (kal atau J),

Q = Kalor yang diterima atau dilepaskan oleh sistem (kal atau J), dan

W = Usaha yang dilakukan sistem (kal atau J).

Usaha dan kalor bertanda negatif jika usaha dilakukan oleh sistem dan kalor diambil dari sistem. Usaha dan kalor bertanda positif jika usaha dilakukan pada sistem dan kalor diberikan pada sistem.

Pada gas ideal monoatomik energi dapat dinyatakan dengan persamaan

$$U = \frac{3}{2} n RT \quad (2.11)$$

Persamaan tersebut menyatakan bahwa gas ideal monoatomik hanya bergantung pada suhunya.

1) Usaha Luar pada Proses Dasar Gas Ideal

a) Usaha luar pada Proses Isotermik

Secara umum, usaha luar yang dilakukan gas ideal selama mengalami proses isotermik dinyatakan oleh persamaan berikut;

$$W = n RT \left(\ln \frac{V_2}{V_1} \right) \quad (2.12)$$

b) Usaha Luar pada Proses Isobarik

Usaha yang dilakukan gas pada proses isobarik dinyatakan oleh persamaan:

$$W = p \Delta V = p (V_2 - V_1) \quad (2.13)$$

c) Usaha Luar pada Proses Isokhorik

Jika suatu sistem mengalami proses isokhorik maka tidak terdapat perubahan volume pada sistem dengan demikian $dV = 0$ sehingga usaha luar yang dialami gas ideal selama proses isokhorik adalah nol.

$$W = 0 \quad (2.14)$$

2) Proses Adiabatik dan Besar Usaha Luarnya

Proses adiabatik merupakan proses berubahnya keadaan sistem tanpa perpindahan kalor antara sistem dengan lingkungan dimana $Q = 0$. Keadaan tersebut dapat terjadi jika proses termodinamika berlangsung sangat cepat sehingga tidak terjadi perpindahan kalor pada bidang batas.

$$pV^\gamma = \text{konstan} \quad (2.15)$$

Dengan γ merupakan konstanta Laplace yang nilainya adalah $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ dimana C_p adalah kalor jenis gas pada tekanan tetap dan C_v adalah kalor jenis gas pada volume tetap.

Dimana bentuk lain untuk proses adiabatik dapat ditulis

$$TV^{(\gamma-1)} = \text{konstan} \quad (2.16)$$

Usaha luar yang dikerjakan selama proses adiabatik dapat dengan menggunakan persamaan berikut

$$W = \frac{1}{\gamma - 1} = (P_1 V_1 - P_2 V_2) \quad (2.17)$$

c. Hukum Kedua Termodinamika

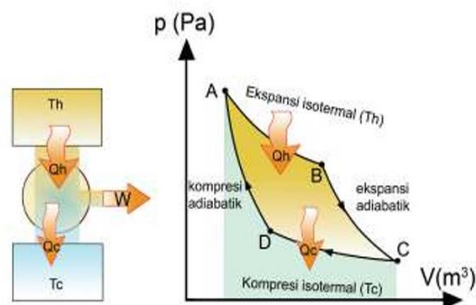
Hukum kedua termodinamika menyatakan bahwa kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah tetapi tidak sebaliknya, kecuali diberi usaha luar. Hukum kedua termodinamika juga mengemukakan bahwa tidak ada mesin yang bekerja menyerap kalor dari sebuah reservoir dan merubah seluruhnya menjadi usaha luar.

a) Efisiensi Mesin

Efisiensi mesin adalah perbandingan usaha yang dilakukan terhadap kalor yang diserap untuk menentukan efektivitas pemanfaatan kalor masuk untuk diubah menjadi usaha luar sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan

$$\eta = \frac{W}{Q_m} = \left(\frac{Q_m - Q_k}{Q_m} \right) = \left(1 - \frac{Q_k}{Q_m} \right) \quad (2.18)$$

Siklus carnot merupakan siklus mesin dengan efisiensi terbesar. Siklus tersebut terdiri atas rangkaian proses: ekspansi isotermal – ekspansi adiabatik – pemampatan isotermal – pemampatan adiabatik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Mesin dan Siklus Carnot

Sumber: Kemendikbudristek (2022)

Secara matematis efisiensi mesin siklus carnot hanya bergantung pada suhu pemanas dan suhu buangan sehingga dapat ditulis dalam persamaan berikut.

$$\eta = \left(1 - \frac{T_k}{T_m} \right) \quad (2.19)$$

b) Mesin Pendingin (*Refrigerator*)

Dalam mesin pendingin usaha luar diperlukan untuk memaksa aliran kalor secara terbalik dari sistem bersuhu rendah ke luar lingkungan yang bersuhu tinggi. Kerja mesin pendingin akan menguntungkan jika kalor yang dikeluarkan sebanyak-banyaknya dengan usaha luar sekecil-kecilnya. Efisiensi mesin pendingin dapat dinyatakan pada persamaan berikut

$$\eta = \frac{Q_m}{W} = \frac{Q_m}{Q_k - Q_m} = \frac{T_m}{T_k - T_m} \quad (2.20)$$

c) Entropi dan Hukum Kedua Termodinamika

Perubahan entropi (ΔS) dalam suatu proses yang terjadi pada suhu (T) dinyatakan sebagai:

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \quad (2.21)$$

dengan:

Q = Kalor yang diterima oleh sistem (bertanda positif) dan kalor yang dilepaskan oleh sistem (bertanda negatif) (J),

T = Suhu (K).

Hukum kedua termodinamika dapat dinyatakan dalam entropi sebagai berikut “Entropi suatu sistem tertutup tidak pernah berkurang. Entropi tersebut hanya bisa tetap atau bertambah.” Entropi hanya bisa tetap sama untuk proses ideal. Untuk proses riil, perubahan entropi lebih besar dari nol.

2.2 Hasil yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan diteliti oleh penulis yang berjudul Pengaruh Model Pembelajaran *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Termodinamika sebagai berikut.

- a. Aini et al. (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Model *Creative Responsibility Based Learning* Berbantuan Media Kokami untuk Meningkatkan Kreativitas Ilmiah” menyimpulkan bahwa ditemukan perbedaan kreativitas ilmiah peserta didik sebelum dan sesudah penerapan model CRBL. Hasil analisis pada indikator *Scientific Imagination* mengungkapkan bahwa

pembelajaran berjalan dengan baik ketika peserta didik menggunakan pengetahuan dan imajinasi dalam menyelesaikan suatu masalah.

- b. Agustiana et al. (2021) dalam jurnal yang berjudul “*Improving Creative Thinking Through Creative Responsibility Based Learning (CRBL) Model*” mengemukakan bahwa ditemukan perbedaan kemampuan berpikir kreatif antara peserta didik yang mengikuti model pembelajaran *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) dengan peserta didik yang mengikuti model pembelajaran konvensional. Dimana pada tahap membimbing investigasi kelompok menyajikan masalah yang belum didefinisikan dengan jelas diperlukan untuk menghasilkan beberapa strategi dan solusi.
- c. Rif’at et al. (2021) dalam jurnal “*Mengeksplorasi Tanggung Jawab dan Kreativitas Ilmiah Peserta Didik Melalui Creative Responsibility Based Learning*” memberikan kesimpulan bahwa model pembelajaran CRBL dapat dipergunakan sebagai alternatif untuk membekali kompetensi abad ke-21, terutama tanggung jawab dan kreativitas ilmiah peserta didik. Kreativitas ilmiah dalam penelitian ini ditekankan pada kemampuan peserta didik dalam menemukan masalah, berimajinasi ilmiah, memecahkan masalah secara kreatif, dan mendesain produk kreatif.
- d. Suyidno et al. (2017) dalam jurnal “*Maximizing Students’ Scientific Process Skill within Creative Product Design: Creative Responsibility Based Learning*” dalam penelitiannya menyatakan CRBL telah dikembangkan dengan tujuan utama untuk meningkatkan tanggung jawab, keterampilan proses sains, dan kreativitas ilmiah peserta didik. Kreativitas ilmiah ini diantaranya mencakup penemuan masalah dan pemecahan masalah sains yang kreatif. Penerapan CRBL juga dapat memfasilitasi peserta didik dalam memecahkan masalah.
- e. Suyidno et al. (2017) dalam jurnal “*Validity of Creative Responsibility Based Learning: An Innovative Physics Learning to Prepare the Generation of Creative and Responsibility*” menyampaikan jika model CRBL melibatkan sebanyak mungkin pertanyaan ilmiah, memberikan kesempatan bekerja sama dan berimajinasi agar menghasilkan ide-ide baru dalam memecahkan masalah.

- f. Suyidno et al. (2019) dalam penelitian yang berjudul “*Increasing Students’ Responsibility and Scientific Creativity through Creative*” menyimpulkan bahwa peserta didik mengalami peningkatan keterampilan dalam mengembangkan kreativitas ilmiah mereka. Penerapan model CRBL melibatkan tanggung jawab dan keterampilan proses sains dalam inkuiri ilmiah dan memecahkan masalah nyata. Kreativitas ilmiah yang di titik beratkan berupa eksperimen ilmiah, menemukan dan memecahkan masalah yang kreatif.
- g. Rif’at et al. (2020) melalui jurnal yang berjudul “*Developing Students’ Responsibility and Scientific Creativity through Creative Responsibility Based Learning in Learning Physics*” menyatakan bahwa CRBL dapat digunakan sebagai alternatif untuk mencetak generasi mendatang di era industri 4.0. CRBL bermanfaat bagi peserta didik untuk melalui berbagai permasalahan di kehidupannya di masa mendatang.
- h. Suyidno et al. (2020) dalam jurnal yang berjudul “Menyiapkan Peserta Didik untuk Masyarakat 5.0 melalui *Creative Responsibility Based Learning*” menyatakan desain CRBL valid untuk mempersiapkan peserta didik di masyarakat 5.0. *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) mengasah keterampilan proses sains, tanggung jawab, dan kreativitas ilmiah, peserta didik tidak hanya belajar pengetahuan, namun mereka difasilitasi menerapkan ilmu sainsnya untuk menyelesaikan permasalahan kehidupan.
- i. Yanti et al. (2020) melalui jurnal yang berjudul “Mengembangkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui *Creative Responsibility Based Learning*” menyebut bahwa penerapan CRBL mampu memperbaiki tingkat penguasaan keterampilan proses dari peserta didik dengan setiap pertemuannya dibimbing menggunakan keterampilan proses sains dalam menyelesaikan masalah.
- j. Zainuddin et al. (2020) dalam jurnal yang berjudul “*The Correlation of Scientific Knowledge-Science Process Skills and Scientific Creativity in Creative Responsibility Based Learning*” mengemukakan bahwa penerapan CRBL dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan ilmiah proses sains peserta didik yang secara simultan berkontribusi terhadap pengembangan

keaktivitas ilmiah mereka. CRBL dirancang untuk mengembangkan kreativitas ilmiah yang menjadi faktor penghubung antara pengetahuan ilmiah yang sudah ada dengan penerapannya dalam memecahkan masalah kehidupan nyata.

Berdasarkan penelitian yang telah dijelaskan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan model CRBL dalam pembelajaran Fisika membantu dalam peningkatan berbagai keterampilan dan kreativitas ilmiah peserta didik untuk memecahkan masalah. Perbedaan dalam penelitian ini terletak pada variabel yang diteliti yaitu kemampuan pemecahan masalah dengan materi yang terfokus pada Termodinamika dan penelitian yang dilakukan pada peserta didik kelas XI di SMA Negeri 1 Jatiwaras pada tahun ajaran 2024/2025.

2.3 Kerangka Konseptual

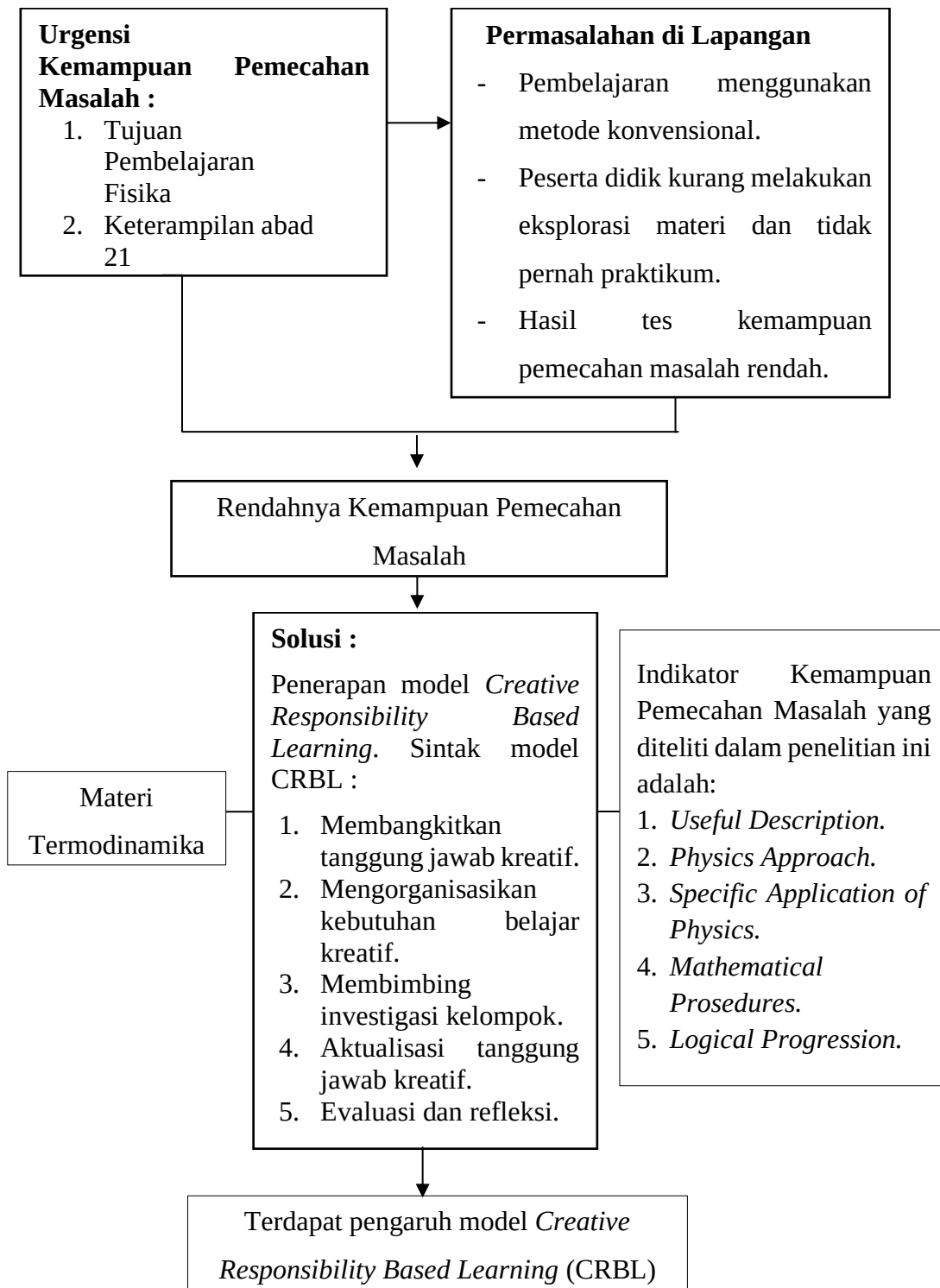
Hasil studi pendahuluan yang sudah dilaksanakan di SMA Negeri 1 Jatiwaras menggunakan metode wawancara dan observasi diperoleh bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik tergolong rendah. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan juga memperlihatkan bahwa sebagian besar peserta didik mendapat nilai rendah pada pelaksanaan ulangan harian dan cenderung pasif selama proses pembelajaran berlangsung. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu perbaikan terhadap kegiatan pembelajaran Fisika, yakni dengan digunakannya model pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Salah satu model yang bisa diaplikasikan yaitu model *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL).

Model *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) terdiri atas lima tahapan, yaitu membangkitkan tanggung jawab kreatif, mengorganisasi kebutuhan belajar kreatif, membimbing investigasi kelompok, aktualisasi tanggung jawab kreatif, evaluasi dan refleksi. Model CRBL merupakan model pembelajaran yang diharapkan dapat menjadi solusi dari rendahnya tingkat kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada pelajaran Fisika.

Adapun indikator kemampuan pemecahan masalah yang dipergunakan pada penelitian ini yaitu menurut Doctor and Heller terdiri atas lima indikator yakni *useful description, physics approach, specific application of physics, mathematical*

prosedures serta *logical progression*. Peran guru dalam pembelajaran CRBL yaitu sebagai pemberi fasilitas untuk peserta didik dalam pengaitan pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan baru mereka peroleh selama proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas peneliti akan melaksanakan penelitian mengenai pengaruh dari model pembelajaran *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi termodinamika. Berikut merupakan Gambar 2.3 kerangka konseptual yang akan dilaksanakan pada kegiatan penelitian.



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pertanyaan pada rumusan masalah maka hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

H_0 : tidak terdapat pengaruh model *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) terhadap kemampuan pemecahan masalah pada materi termodinamika di kelas XI SMA Negeri 1 Jatiwaras tahun ajaran 2024/2025.

H_a : terdapat pengaruh model *Creative Responsibility Based Learning* (CRBL) terhadap kemampuan pemecahan masalah pada materi termodinamika di kelas XI SMA Negeri 1 Jatiwaras tahun ajaran 2024/2025.