

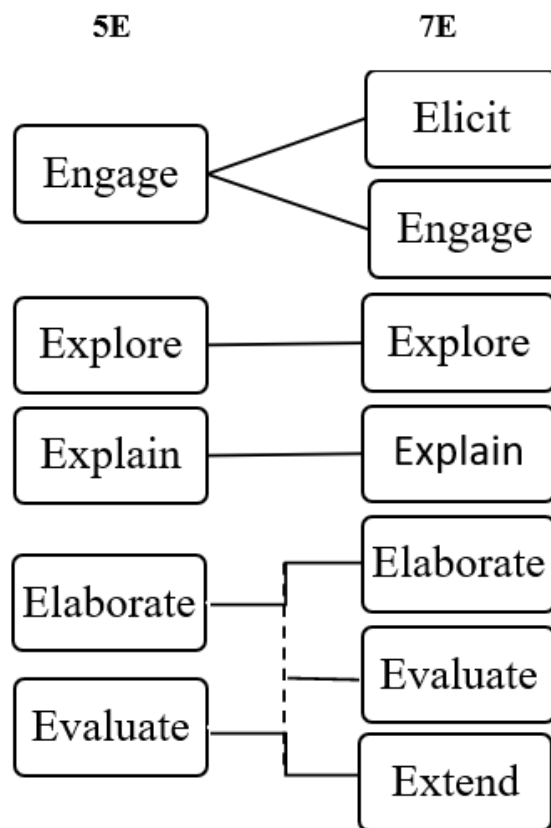
BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

1.3 Kajian Pustaka

2.3.1 Model *Learning Cycle* 7E

Model pembelajaran *Learning Cycle* (siklus belajar) adalah salah satu pendekatan yang dapat mengarahkan peserta didik untuk menemukan dan memperoleh pengetahuan baru secara mandiri (Permatasari et al., 2016). Model ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan dan pengalaman belajarnya secara mandiri dengan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran yang bermakna. Selain itu, model ini mendorong peserta didik untuk berpikir secara individu maupun kelompok sehingga dapat mencapai kompetensi yang diharapkan dalam pembelajaran (Choiroh, 2020). Pada awalnya model *Learning Cycle* terdiri dari tiga fase aktivitas belajar (eksplorasi, pengenalan konsep dan aplikasi konsep) guna memotivasi peserta didik dalam memahami fenomena-fenomena alam yang kompleks melalui kegiatan pengamatan langsung (Sadia, 2014). Model pembelajaran *Learning Cycle* memiliki karakteristik khusus yaitu apabila dalam satu fase atau tahapan pembelajaran belum tercapai maka bisa diulang lagi dari fase sebelumnya sehingga membentuk siklus belajar.

Tahapan model *Learning Cycle* terus mengalami perkembangan seiring waktu. Model ini diperkenalkan oleh Bodner pada tahun 1896 dengan tiga fase utama (3E). Bybee pada tahun 1997, mengembangkan model tersebut menjadi lima fase (5E), yang meliputi *engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation*. Perubahan ini dilakukan untuk mempertahankan relevansi model dengan kemajuan informasi, wawasan, dan pengetahuan baru yang terus berkembang (Eisenkraft, 2003). Arthur Eisenkraft pada tahun 2003 mengembangkan model *Learning Cycle* 5E menjadi model *Learning Cycle* 7E. Fase yang dikembangkan yaitu pada tahapan *engage* menjadi 2 fase yaitu *elicit* dan *engage*, sedangkan pada fase *elaborate* dan *evaluate* dikembangkan menjadi fase *elaborate*, *evaluate* serta *extend*, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1:



Gambar 2. 1 Pengembangan Tahapan Belajar dari Model *Learning Cycle* 5E ke 7E

Perbedaan antara model *Learning Cycle* 5E dengan 7E terletak pada tahapan awal pembelajaran yang mana dimulai dengan pengungkapan pengetahuan awal (*prior knowledge*) dari peserta didik oleh guru dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan (*fase elicit*) dan akhir dari pembelajaran yang ditutup dengan memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengembangkan dan menerapkan konsep yang telah dipahami pada situasi baru dalam kehidupan sehari-hari (*extend*) (Sadia, 2014). Model *Learning Cycle* 7E adalah model pembelajaran berbasis konstruktivisme yang pembelajarannya terpusat pada peserta didik untuk menemukan konsep (Ayudhita et al., 2022). Peran guru dalam model *Learning Cycle* 7E ialah sebagai fasilitator dan mediator yang mengarahkan peserta didik menuju generalisasi suatu konsep yang konsisten dan koheren, membantu peserta didik memahami fakta atau kata ilmiah yang berbeda, serta memberikan pertanyaan

yang membantu peserta didik menggunakan kata tersebut dalam penjelasan hasil eksplorasinya (Eisenkraft, 2003).

Model *Learning Cycle* 7E sangat cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran dengan materi yang melibatkan konsep, karena setiap tahapan dapat dilalui apabila konsep pada tahapan sebelumnya sudah dipahami (Shofiyah, 2016). Tahapan-tahapan dari model ini sesuai dengan prinsip dari kurikulum 2013 yang menggunakan pendekatan saintifik meliputi kegiatan mengamati, bertanya, menalar, mencoba serta mengkomunikasikan (Permatasari et al., 2016). Tahapan-tahapan dalam model *Learning Cycle* 7E dirancang sedemikian rupa agar peserta didik aktif dalam mencapai tujuan pembelajaran dan meningkatkan pemahaman konsep (Lisma et al., 2017).

Sintaks dalam model *Learning Cycle* 7E menurut Eisenkraft, (2003) yang sudah disesuaikan dengan indikator pemahaman konsep dalam taksonomi Marzano ditunjukkan pada Tabel 2. 1 berikut:

Tabel 2. 1 Sintaks Model *Learning Cycle* 7E

No.	Fase <i>Learning Cycle</i> 7E	Deskripsi	Indikator Pemahaman Konsep
1	<i>Elicit</i> (Memunculkan)	Fase <i>elicit</i> bertujuan untuk mengenali pengetahuan awal yang telah diketahui peserta didik terkait dengan materi yang akan diajarkan. Fase ini penting karena peserta didik mengonstruksi pemahamannya dari pengetahuan yang telah dipahami sebelumnya, sehingga dengan diterapkannya fase ini guru dapat meminimalisir timbulnya miskonsepsi. Pada fase ini guru memberikan pertanyaan pemantik terhadap materi yang akan diajarkan, misalnya “apa yang kalian pikirkan mengenai gas?” atau “menurut kalian apa yang terjadi jika kita menyimpan sebuah balon dalam <i>freezer</i> ?”	Mengintegrasikan

No.	Fase <i>Learning Cycle</i> 7E	Deskripsi	Indikator Pemahaman Konsep
2	<i>Engage</i> (Melibatkan)	Tujuan fase <i>engage</i> adalah untuk memicu minat, atensi dan semangat peserta didik selama pembelajaran. Tidak seluruh informasi yang diterima memori jangka pendek tersimpan di memori jangka panjang, beberapa meluruh ataupun terhapus karena pengaruh peran atensi (Atkinson & Shiffrin, 1968). Kegiatan yang dapat dilakukan misalnya dengan melakukan demonstrasi.	Mengintegrasikan
3	<i>Explore</i> (Menyelidiki)	Fase <i>explore</i> memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat dalam berbagai kegiatan, seperti observasi, pengembangan hipotesis, pengumpulan data, pelaksanaan percobaan, pembuatan grafik, interpretasi hasil, dan pengorganisasian temuan mereka. Pada fase ini, guru dapat merumuskan permasalahan, menyarankan metode penyelesaian, memberikan umpan balik, serta menilai pengetahuan yang telah dikumpulkan oleh peserta didik.	Mengintegrasikan dan menyimbolkan
4	<i>Explain</i> (Menjelaskan)	Pada fase <i>explain</i> , peserta didik akan dikenalkan dengan model, hukum, dan teori yang relevan. Guru membimbing peserta didik untuk memperoleh generalisasi konsep yang konsisten dan koheren, serta membantu mereka memahami kosa kata ilmiah yang terkait dengan materi. Selain itu, guru memberikan pertanyaan atau permasalahan yang mendorong	Mengintegrasikan dan menyimbolkan

No.	Fase <i>Learning Cycle</i> 7E	Deskripsi	Indikator Pemahaman Konsep
		peserta didik untuk menggunakan kosa kata ilmiah tersebut dalam menjelaskan hasil eksplorasi mereka.	
5	<i>Elaborate</i> (Mengembangkan)	Fase <i>elaborate</i> akan memberikan peserta didik kesempatan untuk menerapkan pengetahuan barunya pada situasi yang berbeda atau dapat juga dengan memberi permasalahan matematis untuk diselesaikan.	Mengintegrasikan dan menyimbolkan
6	<i>Evaluate</i> (Mengevaluasi)	Fase ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana peserta didik memahami konsep dari materi yang telah diajarkan dengan memberikan tes, berupa tes formatif dan sumatif. Tes formatif yang diberikan tidak boleh terpaku pada satu siklus (<i>cycle</i>) saja, evaluasi formatif harus ada pada seluruh interaksi dengan siswa. Fase <i>elicit</i> adalah evaluasi formatif. Fase <i>explore</i> dan fase <i>explain</i> harus selalu disertai dengan teknik di mana guru memeriksa pemahaman siswa.	Mengintegrasikan dan menyimbolkan
7	<i>Extend</i> (Memperluas)	Fase ini bertujuan untuk melatih kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan yang telah dipahami dalam situasi baru yang lebih kompleks dari fase <i>elaborate</i> . Misalnya, apabila pada fase <i>elaborate</i> materi gaya gravitasi guru meminta peserta didik untuk menganalisis dan membandingkan berat bola jika diukur di bumi dan di bulan, pada fase <i>extend</i> guru dapat meminta peserta didik menjelaskan kemungkinan	Mengintegrasikan

No.	Fase <i>Learning Cycle</i> 7E	Deskripsi	Indikator Pemahaman Konsep
		untuk bermain sepak bola di bulan.	

Berdasarkan sintaks model *Learning Cycle* 7E pada Tabel 2.1, kegiatan-kegiatan dalam model ini memang difokuskan untuk membangun pemahaman konsep yang baik dari peserta didik. Sadia (2014) menyatakan bahwa model *Learning Cycle* 7E juga memiliki keunggulan-keunggulan yang mendukung pembentukan pemahaman konsep, yaitu:

1. Melalui fase *elicit* guru dapat menentukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan pengetahuan awal peserta didik sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif.
2. Memotivasi peserta didik untuk mengingat kembali materi yang telah dipelajari sebelumnya.
3. Kegiatan pada fase *engage* dapat menstimulasi keingintahuan dan keaktifan peserta didik.
4. Fase *explore* memberi kesempatan kepada peserta didik untuk belajar melalui pengalaman langsung (*learning by doing*), sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih bermakna dan mudah diingat.
5. Dapat mengakomodasi kemampuan berpikir tingkat tinggi dari peserta didik.
6. Kemampuan komunikasi ilmiah peserta didik akan lebih terasah dalam tahap *explain*.
7. Peserta didik akan lebih mengingat konsep yang dipelajari secara utuh karena memiliki kesempatan untuk mengelaborasi dan memperluas pemahamannya pada tahap *elaborate* dan *extend*.

2.3.2 Modul Pembelajaran

Sumber belajar sangat diperlukan untuk menunjang penyampaian materi agar lebih mudah disampaikan oleh pendidik dan lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Peran sumber belajar sangat penting dalam mengefektifkan dan mengefisiensikan proses pembelajaran (Permatasari et al., 2016). Sumber belajar dapat diperoleh dari apa pun hal yang dapat menunjang pembelajaran, salah satunya

berbentuk bahan ajar. Bahan ajar merupakan berbagai bentuk bahan yang digunakan oleh pendidik untuk membantu pelaksanaan kegiatan pembelajaran (Depdiknas, 2008). Bahan ajar adalah seperangkat susunan sistematis dari materi belajar untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi tertentu dalam kegiatan belajar mengajar (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008). Jenis bahan ajar sangat beragam, apabila dilihat dari penggunaan teknologinya bahan ajar terbagi ke dalam 4 kategori, yaitu bahan ajar cetak (*printed*), bahan ajar dengar (*audio*), bahan ajar pandang dengar (*audio visual*), dan bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*).

Sekolah yang mayoritas peserta didiknya mengalami keterbatasan dalam memanfaatkan gawai dalam pembelajaran fisika, misalnya seperti di MAN (Madrasah Aliyah Negeri) yang kebanyakan peserta didiknya merupakan santri, bahan ajar yang paling diperlukan adalah bahan ajar cetak karena selama menjadi santri, mereka tidak diperkenankan membawa atau menggunakan ponsel. Contoh dari bahan ajar cetak dapat berupa modul, buku, *handout*, lembar kerja siswa, foto/gambar, model/maket, *leaflet wallchart*, dan brosur. Setiap bentuk dari bahan ajar cetak ini memiliki struktur yang berbeda-beda, seperti ditunjukkan oleh Tabel 2. 2 berikut:

Tabel 2. 2 Perbedaan Struktur Bahan Ajar Cetak (Depdiknas, 2008)

No.	Komponen	H	Bu	Mo	LKS	Br	Lf	W	F	Me
1	Judul	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2	Petunjuk Belajar	-	-	√	√	-	-	-	-	-
3	KD/MP	-	√	√	√	√	√	**	**	**
4	Informasi Pendukung	√	-	√	√	√	√	**	**	**
5	Latihan	-	√	√	-	-	-	-	-	-
6	Tugas	-	-	√	√	-	-	-	**	**
7	Penilaian	-	√	√	√	√	√	**	**	**

Keterangan:

H = *handout*, **Bu** = buku, **Mo** = modul, **LKS** = lembar kerja siswa, **Br** = brosur, **Lf** = *leaflet*, **W** = *wallchart*, **F** = foto/gambar, **Me** = model/maket, ** = terkadang tercantum

Berdasarkan Tabel 2. 2 modul memiliki komponen penyusun struktur yang terlengkap, sehingga dapat lebih memfasilitasi dan menunjang kegiatan belajar

peserta didik. Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar cetak yang dirancang secara sistematis dan menarik, sehingga memungkinkan pembelajar mempelajarinya secara mandiri (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008). Tujuan dari pembuatan modul sebagai bahan ajar yaitu untuk mengefisiensikan proses pembelajaran dan menyajikan bahan ajar yang lebih terstruktur untuk membantu mencapai tujuan pembelajaran dan kompetensi belajar (Yulando et al., 2019). Struktur modul dapat dimodifikasi sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik, tetapi menurut Depdiknas (2008) setidaknya modul terdiri dari:

1. Panduan pembelajaran.
2. Kompetensi yang ingin dicapai.
3. Materi pembelajaran.
4. Informasi tambahan yang relevan.
5. Latihan soal.
6. Instruksi kerja, misalnya lembar kerja peserta didik.
7. Evaluasi pembelajaran.
8. Umpan balik.

Pantiwati (2016) menyatakan indikator suatu modul tergolong baik dan menarik jika memenuhi karakteristik sebagai berikut:

- a. *Self instructional* (intruksi belajar mandiri), yaitu dapat mendukung peserta didik untuk belajar secara lebih mandiri tanpa banyak bergantung kepada orang lain.
- b. *Self contained* (lengkap), yaitu dapat membantu peserta didik untuk mempelajari materi pembelajaran secara tuntas karena di dalam modul terdapat seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi dasar maupun sub unit kompetensi dasar.
- c. *Stand alone* (berdiri sendiri), yaitu modul yang dikembangkan dirancang agar dapat digunakan secara mandiri tanpa memerlukan bantuan media pembelajaran lain atau alat bantu tambahan.
- d. *Adaptive* (adaptif), yaitu fleksibel penggunaannya dan dapat beradaptasi dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

- e. *User friendly* (mudah digunakan), yaitu modul yang dikembangkan sebaiknya benar-benar mampu membantu peserta didik atau penggunaanya agar lebih mudah dalam mempelajari dan memahami materi pembelajaran. Misalnya modul mudah untuk digunakan, memiliki tampilan yang menarik, serta ditulis dengan bahasa yang jelas dan sederhana sesuai dengan tingkat kognitif penggunaanya.

Pembelajaran dengan modul merupakan pendekatan belajar yang berorientasi pada sistem belajar mandiri sesuai dengan potensi dan kondisi dari peserta didik yang berfokus penguasaan kompetensi dan materi pembelajaran (Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008). Pembelajaran menggunakan modul memungkinkan setiap peserta didik belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing, sehingga peserta didik dengan kecepatan belajar yang lebih tinggi dapat menyelesaikan materi lebih cepat dibandingkan peserta didik lainnya, sebaliknya peserta didik yang kecepatan belajarnya lebih lambat dapat memahami materi pembelajaran secara utuh tanpa merasa terburu-buru oleh temannya (Depdiknas, 2008). Menurut Direktorat Tenaga Kependidikan (2008) pembelajaran menggunakan modul memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Memungkinkan pelaksanaan pembelajaran tanpa tatap muka yang efektif.
2. Membantu memfasilitasi penentuan dan penetapan waktu belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan belajar peserta didik.
3. Membantu mengidentifikasi capaian kompetensi peserta didik secara bertahap melalui kriteria tertentu dalam modul.
4. Membantu mengidentifikasi kompetensi yang belum tercapai oleh peserta didik atau kelemahannya sehingga guru dapat memberikan bantuan untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik dan melaksanakan remediasi.

2.3.3 Modul Pembelajaran Berbasis Model *Learning Cycle* 7E

Modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle* 7E merupakan modul pembelajaran berbentuk cetak yang kegiatan pembelajarannya disusun sesuai dengan sintak model *Learning Cycle* 7E (*Elicit, Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate, dan Extend*). Modul ini dibuat untuk membantu peserta didik yang penggunaan teknologinya terbatas (misalnya seperti santri) agar lebih mudah

memahami materi teori kinetik gas sehingga mereka memiliki pemahaman konsep yang baik terhadap materi tersebut. Sistematika modul dirancang dan dikembangkan sesuai dengan Depdiknas (2008), maka sistematika modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle 7E*, yaitu:

1. Sampul, bagian ini memuat judul materi, mata pelajaran, kelas, kolom identitas peserta didik, nama penulis, dan berbagai gambar ilustrasi menarik yang mewakili materi teori kinetik gas.
2. Kata pengantar, bagian ini berisi prakata dari penulis.
3. Daftar isi, pada bagian ini ditampilkan daftar isi untuk membantu guru dan peserta didik dalam menemukan halaman-halaman yang termuat dalam modul.
4. Petunjuk belajar, modul pembelajaran dilengkapi dengan petunjuk belajar bagi berisi arahan dan petunjuk pengisian modul pembelajaran.
5. Capaian kompetensi, bagian ini berisi kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran.
6. Peta konsep, berisi bagan peta konsep yang menyajikan struktur konsep materi yang disusun penulis.
7. Kegiatan belajar, di dalam modul pembelajaran disajikan sesuai dengan sintak model *Learning Cycle 7E*, yaitu:
 - a. *Elicit* (memunculkan), Pada bagian lembar kerja peserta didik, disajikan pertanyaan pemantik yang berkaitan dengan permasalahan teori kinetik gas dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini bertujuan untuk menggali minat peserta didik sehingga mereka dapat merumuskan masalah. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk memprediksi jawaban dari rumusan masalah yang telah dibuat, sehingga guru dapat memahami prakonsepsi yang dimiliki oleh peserta didik.
 - b. *Explore* (menyelidiki), pada bagian lembar kerja peserta didik dalam modul terdapat petunjuk mengumpulkan data untuk membimbing kegiatan praktikum dan soal menganalisis untuk membantu peserta didik menganalisis hasil praktikum yang telah diperoleh mereka secara berkelompok.

- c. *Explain* (menjelaskan), pada modul ditampilkan materi pelajaran agar peserta didik mampu mengonfirmasi hasil praktikumnya dengan konsep yang dipelajari.
 - d. *Evaluate* (mengevaluasi), pada modul disajikan soal-soal evaluasi praktikum dan evaluasi pemahaman konsep yang sesuai dengan indikator pembelajaran untuk dikerjakan oleh peserta didik secara mandiri.
 - e. *Extend* (memperluas), disediakan pekerjaan rumah berupa tugas menganalisis fenomena fisika yang terkait dengan materi pelajaran yang telah dipelajari. Tugas ini bertujuan untuk memperluas pemahaman peserta didik terhadap konsep yang dipelajari.
8. Daftar pustaka, pada modul akan ditampilkan berbagai sumber materi yang tercantum di dalam modul untuk mempermudah guru dan peserta didik memverifikasi kebenaran dan detail dari materi tersebut.
 9. Refleksi belajar, berisi tabel refleksi yang diisi peserta didik agar mereka menyadari apa saja yang telah mereka pelajari dan konsep yang mana yang perlu lebih dipelajari kembali.

Penggunaan modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle 7E* pada materi teori kinetik gas akan berjalan lebih efektif apabila mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Guru mempelajari petunjuk belajar, capaian pembelajaran dan peta konsep sebelum melaksanakan pembelajaran.
2. Peserta didik mempelajari petunjuk belajar, capaian pembelajaran dan peta konsep sebelum mengikuti pembelajaran.
3. Guru menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* selama melaksanakan pembelajaran.
4. Pada sintak *elicit*, *explore*, *evaluate*, dan *extend* dalam model *Learning Cycle 7E*, guru membimbing peserta didik untuk menyelesaikan kegiatan belajar yang terdapat dalam modul sesuai dengan tahapan pembelajaran yang sedang berlangsung.

5. Apabila waktu pembelajaran tidak cukup, maka guru dapat menugaskan peserta didik untuk mengisi tahap *evaluate* dan tahap *extend* sebagai PR (Pekerjaan Rumah).
6. Guru memberi kesempatan peserta didik untuk mengerjakan refleksi belajar setelah melaksanakan seluruh kegiatan pembelajaran.
7. Peserta didik mengumpulkan modul yang telah diisinya.
8. Guru menilai pemahaman konsep peserta didik.

2.3.4 Pemahaman Konsep

Objek kajian dari ilmu fisika adalah gejala alam yang terdiri dari kompleksitas hubungan antar peristiwa yang kemudian menjadi suatu fakta, teori, konsep, prinsip, dan hukum-hukum fisika. Peserta didik perlu memahami konsep dasar fisika supaya mampu menyelesaikan permasalahan yang terdapat dalam ilmu fisika (Trianggono, 2017). Peserta didik yang memiliki pemahaman konsep yang baik akan mampu menerapkan materi fisika yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.

Secara etimologis istilah konsep merupakan serapan dari kata pada bahasa latin, *conceptum* yang artinya sesuatu yang dipahami. Ormrod (2008, hlm.327) beranggapan bahwa konsep adalah cara mengelompokkan dan mengategorikan secara mental berbagai objek atau peristiwa yang mirip dalam hal tertentu. Konsep dapat didefinisikan juga sebagai sesuatu yang memiliki komponen, unsur, dan ciri-ciri yang dapat dinamai (Ilyas et al., 2022). Konsep adalah unit pikiran terkecil (Ormrod, 2008).

Ilyas et al., pada tahun 2022 menyatakan bahwa konsep terdiri dari 5 unsur, di antaranya:

1. Nama

Konsep diwakili oleh suatu kata tunggal atau istilah yang mempresentasikan ide-ide atau gagasan. Contohnya “besaran” mewakili segala sesuatu yang memiliki satuan, dapat diukur, serta dapat dinyatakan dengan angka.

2. Contoh-contoh positif dan negatif

Menganalisis dan membandingkan contoh-contoh positif dan negatif beserta karakteristiknya. Contoh positif: energi potensial suatu benda akan bertambah

jika benda tersebut dijatuhkan di tempat yang lebih tinggi. Contoh negatif: energi potensial suatu benda akan semakin rendah nilainya jika benda dijatuhkan dari tempat yang lebih rendah.

3. Karakteristik pokok

Karakteristik menciptakan aturan dan menentukan suatu contoh termasuk dalam kategori konsep atau bukan konsep. Contohnya karakteristik besaran vektor yaitu memiliki magnitudo atau nilai dan arah.

4. Rentangan karakteristik

Suatu konsep pastilah terhubung dengan konsep-konsep yang lainnya serta memiliki batasan yang disebut rentangan karakteristik.

Kemampuan untuk memahami konsep sering disebut sebagai pemahaman konsep. Istilah 'pemahaman' berasal dari kata 'paham', yang menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia berarti pandai dan mengerti dengan baik mengenai suatu hal. Pemahaman dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang untuk mengerti, memahami, dan menjelaskan sesuatu secara mendalam (Ilyas et al., 2022). Peserta didik dianggap telah memahami suatu konsep apabila mereka mampu menjelaskan atau menguraikannya dengan menggunakan kata-kata mereka sendiri (Suryani, 2019). Peserta didik perlu paham adanya hubungan antara konsep dengan makna dari konsep tersebut untuk memahami suatu konsep. Oleh karena itu, pemahaman konsep (*conceptual understanding*) merupakan pengetahuan yang dipelajari secara bermakna dan terintegrasi mengenai suatu topik, termasuk hubungan logis di antara berbagai konsep dan gagasan spesifik (Ormrod, 2008, hlm.344). Pemahaman konsep merupakan kemampuan seseorang untuk mengerti atau memahami sesuatu setelah informasi tersebut diketahui dan diingat (Suryani, 2019).

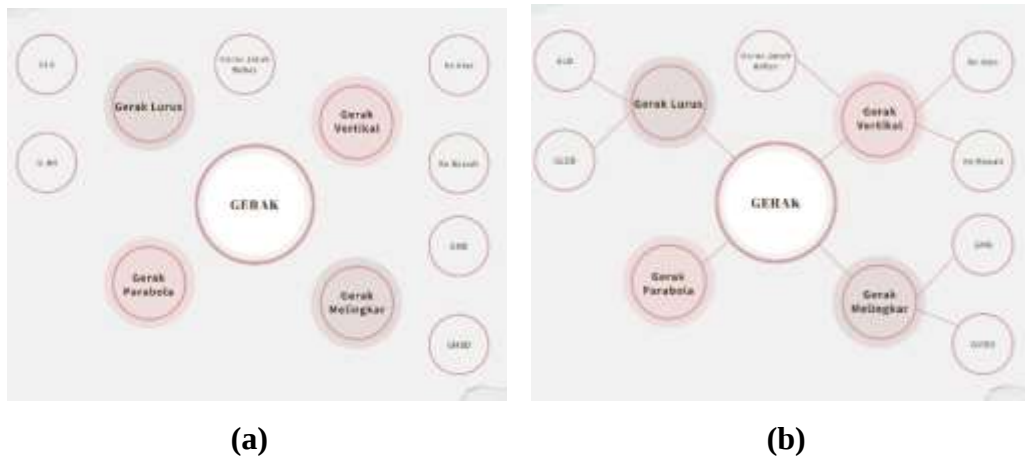
Peserta didik perlu memiliki pemahaman konsep yang baik dalam suatu materi fisika karena materi-materi tersebut saling terkait antara satu dengan lainnya. Permasalahan fisika berisi hubungan-hubungan kompleks antar konsep yang dapat terjawab jika peserta didik memiliki pemahaman konsep yang baik karena kualitas pemahaman konsep seseorang juga mempengaruhi kemampuan berpikir tingkat tingginya (Trianggono, 2017). Pemahaman konsep fisika dapat didefinisikan

sebagai kemampuan peserta didik untuk menjelaskan kembali materi fisika yang telah dipelajari menggunakan kata-katanya sendiri (Ilyas, et al., 2022).

Kilpatrick et al., (2001) memiliki pandangan tersendiri terkait indikator pemahaman konsep, yaitu:

“A significant indicator of conceptual understanding is being able to represent mathematical situations in different ways and knowing how different representations can be useful for different purposes.” (hlm. 119)

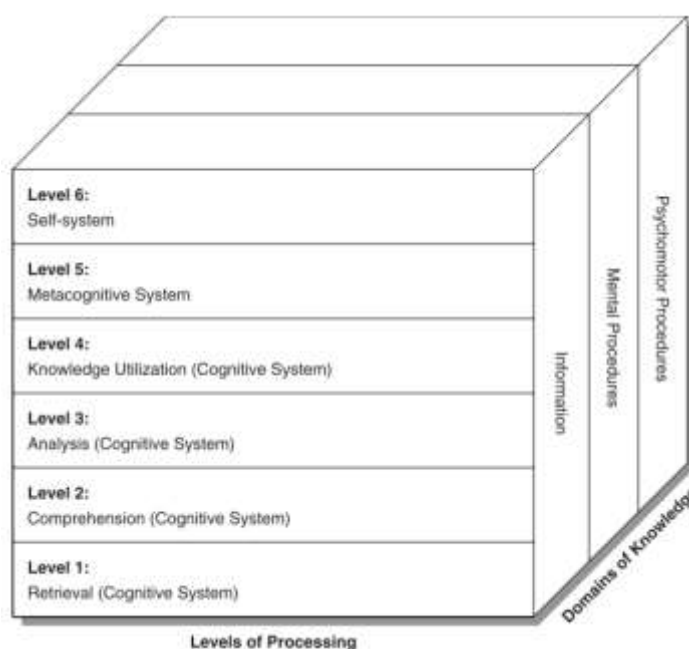
Maknanya, indikator penting dari pemahaman konsep adalah kemampuan untuk merepresentasikan atau menjelaskan kembali situasi matematika (konsep) dengan berbagai cara, serta memahami bagaimana representasi yang berbeda dapat bermanfaat untuk tujuan yang berbeda pula. Apabila peserta didik memenuhi indikator ini, mereka akan memiliki pemahaman konsep yang terintegrasi dan fungsional karena tingkat pemahaman konsep peserta didik bergantung pada banyaknya konsep yang telah dipahami dan sejauh mana mereka mampu membuat koneksi atau hubungan dari berbagai konsep. Jika diilustrasikan, pemahaman konsep menurut Kilpatrick et al., pada tahun 2001 dapat diibaratkan seperti titik-titik yang terhubung seperti ditunjukkan Gambar 2. 2.



Gambar 2. 2 (a) representasi pemahaman seseorang yang mengetahui fakta-fakta, (b) representasi dari bentuk pemahaman konsep yang sebenarnya

Penelitian terkait pemahaman konsep pada umumnya menggunakan taksonomi Bloom yang direvisi oleh Anderson, tapi pada penelitian ini indikator

dari soal evaluasi pemahaman konsep mengacu pada taksonomi Marzano tahapan *comprehension* (memahami). Hal ini dikarenakan taksonomi Bloom revisi memiliki bias indikator dalam kata kerja operasionalnya yang dapat ditemui pada beberapa level pemahaman yang berbeda (Marzano & Kendall, 2007). Taksonomi Marzano lebih memiliki spesifikasi dan berbasis pada konstruktivisme (Rasyidi & Winarso, 2020). Selain itu taksonomi Marzano memiliki dimensi pengetahuan yang lebih spesifik yaitu kognitif, metakognitif dan *self system* (Irvine, 2017).



Gambar 2. 3 Desain Taksonomi Marzano

(Sumber: Marzano & Kendall, 2007)

Tahapan *comprehension* (pemahaman) secara sistem kognitif berarti mengubah pengetahuan menjadi bentuk yang sesuai untuk disimpan dalam memori jangka panjang (Marzano & Kendall, 2007). Memori jangka panjang merujuk pada kemampuan pembelajar untuk secara mental menyimpan hal-hal yang telah dipelajari sebelumnya (Ormrod, 2008). Proses memahami secara garis besar terdiri dari proses mengintegrasikan (*integrating*) dan menyimbolkan (*symbolizing*). Proses mengintegrasikan mengacu pada proses pencampuran antara pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sebelumnya telah tersimpan dalam memori jangka panjang (Marzano & Kendall, 2007). Pada proses mengintegrasikan rawan sekali

terjadi miskonsepsi, khususnya apabila peserta didik dihadapkan pada konsep yang tidak sesuai dengan pengetahuan awal yang telah dimilikinya. Proses menyimbolkan adalah proses membentuk analogi simbolis dari pengetahuan (Marzano & Kendall, 2007). Proses ini dalam pembelajaran fisika dapat teramati pada rumus-rumus fisika sebagai representasi dari suatu konsep. Adapun rubrik taksonomi Marzano ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Rubrik Indikator Belajar Menurut Taksonomi Marzano

Level 6 : <i>Self-System Thinking</i> (Sistem Pemikiran Mandiri)	
<i>Examining Importance</i> (Memeriksa kepentingan)	Peserta didik mengidentifikasi seberapa penting suatu pengetahuan bagi dirinya dan menjelaskan alasan dari hasil identifikasi tersebut
<i>Examining Efficacy</i> (Memeriksa Efikasi)	Peserta didik mengidentifikasi keyakinan terhadap kemampuannya meningkatkan kompetensi atau memahami pengetahuan dan alasan di balik anggapannya tersebut
<i>Examining Emotional Response</i> (Memeriksa Respon Emosional)	Peserta didik mengidentifikasi respon emosional terhadap pengetahuan dan alasan di balik respon mereka
<i>Examining Motivation</i> (Memeriksa Motivasi)	Peserta didik mengidentifikasi level motivasinya untuk meningkatkan kompetensi atau pemahaman terhadap pengetahuan dan alasan di balik level motivasinya
Level 5 : <i>Metacognition</i> (Metakognisi)	
<i>Specifying Goal</i> (Menspesifikasi Target)	Peserta didik menentukan target terkait pengetahuan dan rencana untuk mencapai target tersebut
<i>Process Monitoring</i> (Memonitor Proses)	Peserta didik memonitor pelaksanaan dari target spesifik yang berhubungan dengan pengetahuan
<i>Monitoring Clarity</i> (Memonitor Kejelasan)	Peserta didik menentukan sejauh mana kejelasan dari pengetahuan mereka
<i>Monitoring Accuracy</i> (Memonitor Keakuratan)	Peserta didik menentukan sejauh mana akurasi dari pengetahuan mereka
Level 4 : <i>Knowledge Utilization</i> (Pemanfaatan Pengetahuan)	
<i>Decision Making</i> (Membuat Keputusan)	Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk membuat keputusan atau memutuskan sesuatu dalam ranah pengetahuan
<i>Problem Solving</i> (Memecahkan Masalah)	Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk menyelesaikan masalah atau menyelesaikan masalah dalam suatu ilmu pengetahuan
<i>Experimenting</i> (Melakukan Eksperimen)	Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk membuat dan menguji hipotesis atau justru

	membuat dan menguji hipotesis terhadap ilmu pengetahuan
<i>Investigating</i> (Melakukan Investigasi)	Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk menginvestigasi atau melakukan investigasi terhadap pengetahuan itu sendiri
Level 3 : Analysis (Analisis)	
<i>Matching</i> (Mencocokkan)	Peserta didik mengidentifikasi kemiripan penting dan perbedaan di antara komponen-komponen pengetahuan
<i>Classifying</i> (Mengelompokkan)	Peserta didik mengidentifikasi kategori teratas dan terbawah dari komponen ilmu pengetahuan
<i>Analyzing Errors</i> (Menganalisis Kesalahan)	Peserta didik mengidentifikasi eror atau kesalahan dalam presentasi atau aplikasi dari ilmu pengetahuan
<i>Generalizing</i> (Menggeneralisasikan)	Peserta didik membangun generalisasi atau prinsip-prinsip baru dalam ilmu pengetahuan
<i>Specifying</i> (Menspesifikasikan)	Peserta didik mengidentifikasi kegunaan khusus atau konsekuensi logis dalam ilmu pengetahuan
Level 2 : Comprehension (Memahami)	
<i>Integrating</i> (Mengintegrasikan)	Peserta didik mengidentifikasi struktur dasar dari pengetahuan dan karakteristik penting dan kurang penting dalam ilmu pengetahuan
<i>Symbolizing</i> (Menyimbolkan)	Peserta didik membangun representasi simbolik yang akurat dari pengetahuan, membedakan komponen penting dan kurang penting
Level 1 : Retrieval (Mengingat)	
<i>Reconizing</i> (Menemukenali)	Peserta didik menemu kenali fitur-fitur dari informasi, tapi tidak perlu memahami struktur dari pengetahuan atau perbedaan komponen penting dan kurang penting dari pengetahuan tersebut
<i>Recalling</i> (Mengingat)	Peserta didik membuat fitur-fitur informasi, tapi tidak perlu memahami struktur dari pengetahuan atau perbedaan komponen penting dan kurang penting dari pengetahuan tersebut
<i>Executing</i> (Melaksanakan)	Peserta didik menampilkan suatu prosedur tanpa kesalahan yang berarti, tapi tidak perlu memahami struktur dari pengetahuan atau perbedaan komponen penting dan kurang penting dari pengetahuan tersebut

2.3.5 Teori Kinetik Gas

Setelah mempelajari materi teori kinetik gas, peserta didik diharapkan setidaknya memiliki kompetensi dasar yaitu dapat menjelaskan teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup (Kemendikbud, 2018). Teori kinetik gas

mempelajari sifat-sifat makroskopik gas (sifat-sifat yang dapat diukur) dan mikroskopik gas (sifat-sifat yang didasarkan pada perilaku molekul-molekul gas) (Kanginan, 2014). Pokok bahasan yang akan dipelajari dalam pembelajaran fisika mengenai materi teori kinetik gas adalah sebagai berikut:

a. Persamaan Keadaan Gas Ideal

Keadaan atau kondisi dari adanya suatu gas dirincikan melalui besaran-besaran seperti tekanan, volume, suhu dan massa zat (sifat makroskopik) (Kanginan, 2014). Alam semesta ini sebenarnya tidak memiliki gas yang kondisinya ideal secara harfiah, gas nyata (gas bebas di alam semesta) hanya mungkin mendekati keadaan ideal ketika kerapatan gas cukup rendah (saat molekul-molekul gas terpisah cukup jauh hingga tidak berinteraksi antara satu dengan lainnya) (Halliday et al., 2010).

a. Mol dan massa molekul

Mol adalah besaran yang menunjukkan satuan ukuran dari banyaknya partikel (Kanginan, 2014). Satu mol didefinisikan sebagai jumlah atom dalam 12 gram karbon-12 (Halliday et al., 2010). Berdasarkan eksperimen yang dilakukan oleh Amadeo Avogadro, diketahui seluruh gas yang mengisi volume yang sama pada temperatur dan tekanan yang juga sama memiliki jumlah atom atau molekul yang sama sebanyak $6,02 \times 10^{23}$ /mol. Nilai tersebut kemudian dikenal dengan bilangan Avogadro (N_A). Jumlah mol (n) dalam suatu zat sembarang dapat dihitung dengan membandingkan jumlah molekul zat (N) dengan jumlah molekul N_A pada 1 mol.

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

n = jumlah mol (mol)

N = jumlah molekul zat (molekul)

N_A = bilangan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol

Besaran lainnya dalam teori kinetik gas yang perlu untuk dipahami adalah massa atom atau massa molekul. Massa molekul (M) adalah massa suatu kilomol zat yang dinyatakan dengan satuan kilogram (Kanginan, 2014b). Dari

massa molekul dan bilangan Avogadro dapat dicari besarnya massa sebuah atom (m_0) dalam satuan kg/atom.

$$m_0 = \frac{M}{N_A} \quad (2.2)$$

Keterangan:

m_0 = massa sebuah atom (kg/atom)

M = massa molekul (kg)

Sedangkan hubungan antara massa total zat (m) dengan besar mol (n) ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$m = n \times M \text{ atau } n = \frac{m}{M} \quad (2.3)$$

Keterangan:

m = massa total zat (kg)

b. Penurunan persamaan keadaan gas ideal

Terdapat tiga hukum yang dipelajari dalam materi teori kinetik gas yaitu hukum Boyle, Charles, Gay-Lussac. Ketiga hukum ini memperhatikan suatu besaran dan bagaimana perubahan dari satu variabel dapat mempengaruhi besaran tersebut ketika besaran lainnya dijaga konstan (Giancoli, 2014). Hukum Boyle menyatakan bahwa *“jika suhu gas dalam ruang tertutup tetap konstan, maka tekanan gas akan berbanding terbalik dengan volumenya”* (Haryadi, 2009).

$$P \sim \frac{1}{V} \quad (2.4)$$

Keterangan:

P = tekanan (N/m^2)

V = volume (m^3)

Sedangkan hukum Charles menyatakan bahwa *“jika tekanan gas dalam ruang tertutup tetap konstan, maka volume gas akan berbanding lurus dengan suhu mutlaknya”* (Haryadi, 2009).

$$V \sim T \quad (2.5)$$

Keterangan:

T = suhu (K)

Adapun hukum Gay-Lussac menyatakan bahwa “*jika volume gas dalam ruang tertutup tetap konstan, maka tekanan gas akan berbanding lurus dengan suhu mutlaknya*” (Haryadi, 2009).

$$P \sim T \quad (2.6)$$

Ketiga hukum tersebut dalam perspektif gas ideal saling terhubung antara satu dengan lainnya untuk menunjukkan bagaimana kuantitas P , V , atau T akan bervariasi ketika dua kuantitas lainnya berubah (Giancoli, 2014). Sehingga ketiga hukum ini dapat digabung menjadi satu hubungan tunggal yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$PV \sim T \text{ atau } \frac{PV}{T} = \text{konstan} \quad (2.7)$$

Pada percobaan gas ideal dalam bejana tertutup yang aman dari kebocoran diperoleh hasil ketika temperatur dan tekanan tetap, volume dari gas dalam bejana meningkat sebanding dengan massa gas tersebut.

$$PV \sim mT \quad (2.8)$$

Perbandingan (2.8) dapat membentuk persamaan dengan memasukkan konstanta proporsionalitas. Konstanta proporsionalitas (R) disebut juga dengan konstanta gas universal karena nilainya selalu sama untuk semua gas (hanya jika massa gas diganti menjadi mol). Maka, persamaannya menjadi:

$$PV = nRT \quad (2.9)$$

Keterangan:

R = konstanta proporsionalitas / konstanta gas universal = $8,314 \text{ (J/mol.K)}$

Persamaan (2.9) disebut hukum gas ideal atau persamaan gas ideal. Istilah “ideal” digunakan karena gas nyata tidak memenuhi persamaan (9) secara tepat, kecuali untuk gas dengan tekanan kurang dari 1 ATM dan suhu tidak mendekati titik lebur gas (Giancoli, 2014).

Dari persamaan (2.1) telah dipaparkan bahwa jumlah mol zat dapat dicari dengan membandingkan jumlah molekul zat dengan bilangan Avogadro. Apabila persamaan (2.1) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.9) akan didapat persamaan gas ideal dalam konteks molekul, yaitu:

$$PV = \frac{N}{N_A} RT$$

Dengan membandingkan konstanta proporsionalitas dan bilangan Avogadro maka hasilnya adalah konstanta Boltzmann.

$$\frac{R}{N_A} = k \quad (2.10)$$

Keterangan:

k = konstanta Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23} \text{ (J/mol.K)}$

Sehingga persamaan gas ideal dalam konteks molekul menjadi:

$$PV = NkT \quad (2.11)$$

b. Tekanan dan Energi Kinetik Dalam Teori Kinetik Gas

Teori kinetik merupakan teori yang mempelajari suatu zat berdasarkan gerak terus-menerus atom secara acak (Giancoli, 2014). Dengan mempelajari gerak atom-atom atau molekul gas dalam wadah tertutup (sifat mikroskopis), kita dapat memperoleh penjelasan yang lebih mendalam mengenai hubungan antara tekanan dan suhu gas (Kanginan, 2014). Namun akan sulit untuk menerapkan hukum-hukum Newton pada setiap jumlah molekul gas yang berjumlah lebih dari $10^{25}/m^3$ pada keadaan STP (*Standard Temperature and Pressure*) (Giancoli, 2014). Oleh karena itu, dalam teori kinetik gas terdapat asumsi-asumsi gas ideal berisi pandangan yang lebih sederhana tentang gas.

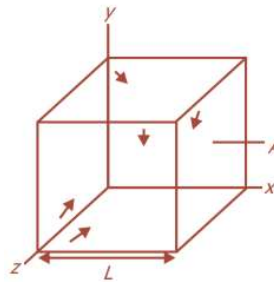
1) Asumsi-asumsi gas ideal

Kanginan (2014) berpendapat bahwa beberapa asumsi tersebut di antaranya:

- a) Gas terdiri dari molekul-molekul yang sangat banyak dengan jarak antarmolekulnya jauh lebih besar dibandingkan dengan ukuran molekul. Sehingga volume molekul dapat diabaikan.
- b) Secara keseluruhan molekul-molekul gas bergerak secara acak dengan kecepatan konstan (membentuk gerak Brown), tetapi tetap memenuhi hukum gerak Newton. Gerak acak di sini berarti bergerak sama dalam setiap arah.

- c) Setiap molekul mengalami tumbukan lenting sempurna antara satu dengan yang lainnya dan dengan dinding wadahnya. Sehingga energi kinetik molekul bernilai konstan.
 - d) Gaya-gaya antarmolekul dapat diabaikan, kecuali untuk tumbukan yang berlangsung sangat singkat.
 - e) Gas yang diamati adalah zat tunggal yang seluruh molekulnya identik.
- 2) Formulasi tekanan gas dalam wadah tertutup

Tekanan dalam gas secara kuantitatif dapat ditentukan dengan perspektif teori kinetik, misalnya gas dalam suatu wadah tertutup dengan bentuk kubus yang panjang sisinya L dan luas dari setiap sisi A terdiri dari sejumlah molekul.



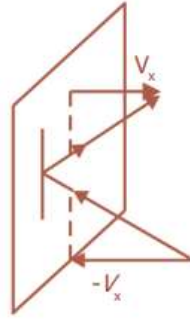
Gambar 2. 4 Ilustrasi Gerak Molekul Gas Dalam Wadah Kubus

(Sumber: Haryadi, 2009)

Besar tekanan dari gas terhadap dinding sama dengan nilai momentum setiap partikel gas tiap satuan luas tiap satuan waktu (Haryadi, 2009). Gambar 2. 4 menunjukkan partikel bermassa m_0 bergerak sepanjang sumbu x ke arah kiri dengan kecepatan $-v_x$ hingga menumbuk dinding. Tumbukan yang terjadi adalah tumbukan lenting sempurna, sehingga partikel memantul dengan kecepatan v_x ke arah kanan. Perubahan momentum yang terjadi dapat dirumuskan menjadi:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = m_0 v_x - (-m_0 v_x)$$

$$\Delta p = 2m_0 v_x$$



Gambar 2. 5 Momentum Molekul Saat Terpantul Dinding

(Sumber: Haryadi, 2009)

Setelah menempuh jarak sejauh $2L$ partikel akan menumbuk dinding yang sama dengan selang waktu:

$$\Delta t = \frac{2L}{v_x}$$

Apabila besar impuls sama dengan besar perubahan momentum, maka:

$$I = \Delta p$$

$$F \Delta t = 2m_0 v_x$$

$$F = \frac{2m_0 v_x}{\Delta t} = \frac{2m_0 v_x}{2 \frac{L}{v_x}} = \frac{m_0 v_x^2}{L}$$

F melambangkan besar gaya yang dialami oleh dinding wadah saat tumbukan molekul gas dengan dinding tersebut. Dengan mensubstitusikan persamaan F ke dalam rumus tekanan, diperoleh besar tekanan gas dalam wadah kubus yaitu:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\frac{m_0 v_x^2}{L}}{L^2} = \frac{m_0 v_x^2}{L^3} = \frac{m_0 v_x^2}{V}$$

Jika terdapat N partikel gas di dalam wadah, maka persamaan matematis tekanan gas pada dinding ialah:

$$P = \frac{Nm_0 \bar{v}_x^2}{V} \quad (2.12)$$

Dengan $\bar{v}_x^2$ merupakan rata-rata kecepatan partikel gas pada sumbu x .

$$\bar{v}_x^2 = \bar{v}_{1x}^2 + \bar{v}_{2x}^2 + \dots + \bar{v}_{nx}^2$$

Karena partikel bergerak ke segala arah dengan kecepatan konstan:

$$\begin{aligned}\bar{v}_x^2 &= \bar{v}_y^2 = \bar{v}_z^2 \\ \bar{v}^2 &= \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2 = 3\bar{v}^2 \\ \bar{v}_x^2 &= \frac{1}{3}\bar{v}^2\end{aligned}$$

Jadi, persamaan (2.12) menjadi:

$$P = \frac{1}{3} \frac{Nm_0\bar{v}^2}{V} \quad (2.13)$$

Keterangan:

v = kecepatan (m/s)

Karena $\frac{1}{2}m_0\bar{v}^2$ sama dengan energi kinetik rata-rata milik partikel dalam gas, persamaan matematis (2.13) menjadi:

$$P = \frac{2}{3} \frac{N\overline{Ek}}{V} \quad (2.14)$$

Keterangan:

$\overline{Ek}$ = energi kinetik rata-rata (J)

3) Energi kinetik rata-rata molekul gas

Berdasarkan teori kinetik, semakin tinggi suhu partikel gas, maka partikel akan bergerak semakin cepat (Haryadi, 2009). Artinya, suhu berbanding lurus dengan energi kinetik gas. Menurut persamaan umum gas ideal:

$$\begin{aligned}PV &= NkT \\ P &= \frac{NkT}{V}\end{aligned}$$

Jika persamaan (2.14) disubstitusikan:

$$\frac{NkT}{V} = \frac{2}{3} \frac{N\overline{Ek}}{V}$$

Sehingga diperoleh persamaan energi kinetik rata-rata partikel gas:

$$T = \frac{2}{3k} \overline{Ek} \text{ atau } \overline{Ek} = \frac{3}{2} kT \quad (2.15)$$

4) Kecepatan efektif gas ideal

Sesuai dengan asumsi gas ideal, partikel-partikel gas bergerak dengan kecepatan dan arah yang acak. Oleh karena itu, jika dalam suatu bejana tertutup N_1 partikel yang bergerak dengan kecepatan v_1 , N_2 partikel yang bergerak

dengan kecepatan v_2 , dan seterusnya. Haryadi, (2009) menyetujui bahwa rata-rata kuadrat kecepatan partikel gas dirumuskan sebagai:

$$\bar{v}^2 = \frac{N_1 \bar{v}_1^2 + N_2 \bar{v}_2^2 + \dots + N_i \bar{v}_i^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_i} = \frac{\sum N_i \bar{v}_i^2}{\sum N_i} \quad (2.16)$$

Akar dari rata-rata kuadrat kecepatan sama dengan kecepatan efektif gas atau v_{rms} ($rms = root\ mean\ square$)

$$v_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2}$$

Jika $\overline{Ek} = \frac{1}{2} m_0 \bar{v}^2 = \frac{1}{2} m_0 v_{rms}^2$, maka ketika digabungkan persamaan (2.15), diperoleh:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m_0 \bar{v}^2 &= \frac{3}{2} kT \\ v_{rms} &= \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Keterangan:

v_{rms} = kecepatan efektif gas (m/s)

Massa sebuah partikel dapat juga dihitung dengan persamaan matematis:

$$m = n \cdot Mr = \frac{Mr}{N_A}$$

Keterangan:

Mr = massa relatif gas

Maka persamaan (2.17) secara matematis menjadi:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{Mr}} \quad (2.18)$$

Dengan menggunakan rumus massa jenis atau densitas gas, persamaan (2.17) juga dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \quad (2.19)$$

Keterangan:

ρ = massa jenis zat atau densitas (kg/m^3)

5) Teorema ekipartisi energi

Partikel gas dapat bergerak pada tiga arah yang berbeda, yaitu di sumbu x , y , dan z . Energi kinetik rata-rata partikel dapat dihitung dengan menerapkan teorema ekipartisi energi. Teorema ini menyatakan bahwa “*apabila sebuah sistem mengikuti hukum Newton tentang gerak dan bersuhu mutlak T , maka setiap derajat kebebasan (f) suatu partikel akan berkontribusi sebesar $\frac{1}{2}kT$ pada energi rata-rata partikel*”. Maka energi kinetik rata-rata per molekul dapat dituliskan sebagai:

$$\overline{EM} = \overline{Ek} = f \left(\frac{1}{2} kT \right) \quad (2.20)$$

Dengan ini setiap derajat kebebasan berkontribusi pada energi mekanik suatu partikel. Pada gas ideal yang hanya terdiri dari 1 atom (monoatomik), partikel hanya bergerak secara translasi pada arah sumbu x , y dan z yang berarti derajat kebebasan gas monoatomik adalah 3 ($f = 3$). Pada gas diatomik (beratom dua) seperti O_2 , H_2 & N_2 , partikel-partikel gas juga melakukan gerak rotasi dan vibrasi, sehingga derajat kebebasan dari gas diatomik menjadi 5 ($f = 5$). Sebuah molekul gas diatomik pada suhu tinggi, yang memungkinkan molekul tersebut melakukan gerak translasi, rotasi, dan vibrasi, dapat memiliki tujuh derajat kebebasan.

($f = 7$).

Adapun jumlah energi kinetik dari seluruh molekul gas dalam wadah tertutup disebut dengan energi dalam. Energi dalam (U) merupakan hasil kali antara N partikel dengan energi kinetik rata-rata per molekul.

$$U = N\overline{Ek} = Nf \left(\frac{1}{2} kT \right) = f \frac{1}{2} nRT \quad (2.21)$$

1.4 Hasil yang Relevan

Bagian ini mencakup penelitian-penelitian sebelumnya yang dianggap relevan dan memiliki kaitan dengan topik yang akan diteliti. Hal ini penting untuk mencegah terjadinya duplikasi penelitian dengan permasalahan yang serupa. Penelitian yang relevan juga berfungsi sebagai referensi terbaru yang terkait dengan

topik yang akan dibahas. Beberapa hasil penelitian yang relevan mengenai modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle 7E* di antaranya:

1. Yuliana, Sari, and Meria (2020) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengembangan Modul Berbasis *Learning Cycle 7E* Berbantuan Video pada Materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika” memperoleh hasil bahwa modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle 7E* berbantuan video pada materi teori kinetik gas dan termodinamika sangat efektif dalam menunjang pembelajaran fisika karena memiliki tingkat validitas yang tinggi yaitu 90,31% dari 100%; tingkat kepraktisan oleh pendidik 89,2% dan sebesar 89,4% oleh peserta didik; serta tingkat keefektifan sebesar 80,92%. Peneliti menjadikan penelitian ini sebagai referensi dalam menyusun modul dan analisis validasi modul. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu variabel bebasnya dan materi yang diteliti, meskipun variabel bebasnya tidak sepenuhnya sama karena pada penelitian ini dikembangkan dengan berbantuan video dan materi dalam modul ditambah dengan materi termodinamika. Perbedaan lainnya terletak pada jenis penelitian yang dilakukan. Penelitian tersebut termasuk ke dalam penelitian pengembangan, sedangkan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti termasuk ke dalam penelitian kuantitatif.
2. Permatasari, Suparmi, and Sunarno (2016) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengembangan Modul Fisika SMA/MA Berbasis Siklus Belajar 7E (*Learning Cycle 7E*) Berbantuan Video Pada Materi Fluida Dinamis Sebagai Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI” memperoleh hasil bahwa sebesar 61,76% dari keseluruhan siswa telah mencapai KKM serta motivasi belajar siswa mengalami peningkatan dari rata-rata mencapai nilai 2,59 menjadi 4,06. Kesamaan antara penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilaksanakan terletak pada permasalahan yang melatarbelakangi penelitian dan bentuk bahan ajar yang diteliti, yaitu modul cetak yang berbasis pada model *Learning Cycle 7E*. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu jenis penelitian yang dilaksanakan, penggunaan media tambahan, dan pemilihan materi fisika. Penelitian yang dilaksanakan

oleh Permatasari et al., (2016) merupakan penelitian pengembangan dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) yang meneliti modul berbantuan video dalam materi fluida dinamis.

3. Farina (2019) dalam skripsinya yang berjudul “Efektivitas Model *Learning Cycle* 7E Dalam Pembelajaran Untuk Mengurangi Kesalahan Konsep Fisika Siswa Kelas X Pada Pokok Bahasan Usaha Dan Energi” menunjukkan bahwa model *Learning Cycle* 7E efektif dalam mereduksi kesalahan konsep peserta didik dalam pelajaran fisika dari tingkat 52, 04% menjadi 23,70%. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada lokasi penelitian yang dilaksanakan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) yang penggunaan gawainya terbatas, penerapan model *Learning Cycle* 7E, dan metode penelitian yang diterapkan yaitu metode kuantitatif. Namun, perbedaan antara kedua penelitian terletak pada materi modul yang digunakan dan fokus penelitian. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti berfokus pada penerapan modul pembelajaran berbasis model *Learning Cycle* 7E, sementara penelitian Farina (2019) hanya berfokus pada efektivitas modelnya saja.
4. Lisma, Kurniawan and Sulistri (2017) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Model *Learning Cycle* 7E Sebagai Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Aspek Menafsirkan Dan Menyimpulkan Pada Materi Kalor Kelas X SMA” memperoleh hasil penelitian bahwa hasil analisis *N-gain* terhadap peningkatan pemahaman konsep di materi kalor peserta didik yaitu 0,78 yang termasuk dalam kategori tinggi. Kesamaan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu penerapan model *Learning Cycle* 7E dan variabel terikat berupa pemahaman konsep. Perbedaannya terletak pada pemilihan materi dan variabel bebas yang berbeda karena variabel bebas dalam penelitian ini berfokus pada model, sedangkan variabel bebas dalam penelitian yang akan dilaksanakan peneliti berfokus pada modul.
5. Arnitya (2023) dalam skripsinya yang berjudul “Pengembangan Modul Berbasis *Learning Cycle* 7E Pada Pembelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Kelas XI di MAN Lima Puluh Kota” memperoleh hasil bahwa modul cetak berbasis model pembelajaran *Learning Cycle* 7E adalah modul yang

sangat sangat cocok dan layak digunakan dalam proses pembelajaran karena memiliki tingkat validitas rata-rata sebesar 93% dalam kategori sangat valid, tingkat kepraktisan guru sebesar 90% dalam kategori sangat praktis, dan tingkat kepraktisan peserta didik sebesar 90% dalam kategori sangat praktis. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti yaitu bentuk modul pembelajaran yang sama-sama berbentuk cetak dan berbasis model pembelajaran *Learning Cycle 7E*, maka peneliti menjadikan penelitian Arnitya (2023) sebagai referensi dalam menyusun sistematika modul pembelajaran yang akan diteliti. Perbedaan kedua penelitian tersebut terletak pada jenis penelitian yang dilaksanakan karena penelitian ini merupakan penelitian pengembangan, sedangkan penelitian yang akan dilaksanakan peneliti termasuk ke dalam penelitian kuantitatif. Kedua modul dalam penelitian tersebut juga bersisi materi yang berbeda, pada penelitian Arnitya (2023) modul yang dikembangkan berisi materi ekskresi, sedangkan pada penelitian yang akan dilaksanakan peneliti berisi materi teori kinetik gas.

1.5 Kerangka Konseptual

Tujuan pembelajaran fisika adalah untuk memahami produk ilmu pengetahuan fisika yang berupa konsep, prinsip, dan hukum, sehingga dapat mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Keterampilan untuk memahami konsep disebut sebagai pemahaman konsep. Pemahaman konsep adalah kemampuan peserta didik untuk memahami suatu konsep fisika secara menyeluruh dan sesuai dengan fakta ilmiah. Banyak guru mata pelajaran fisika mengalami kesulitan dalam membentuk pemahaman konsep peserta didik karena fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan penuh dengan rumus-rumus. Kondisi yang dapat terjadi jika guru gagal membentuk pemahaman konsep yang baik adalah peserta didik menjadi kurang paham, tidak paham sama sekali, atau bahkan mengalami miskonsepsi.

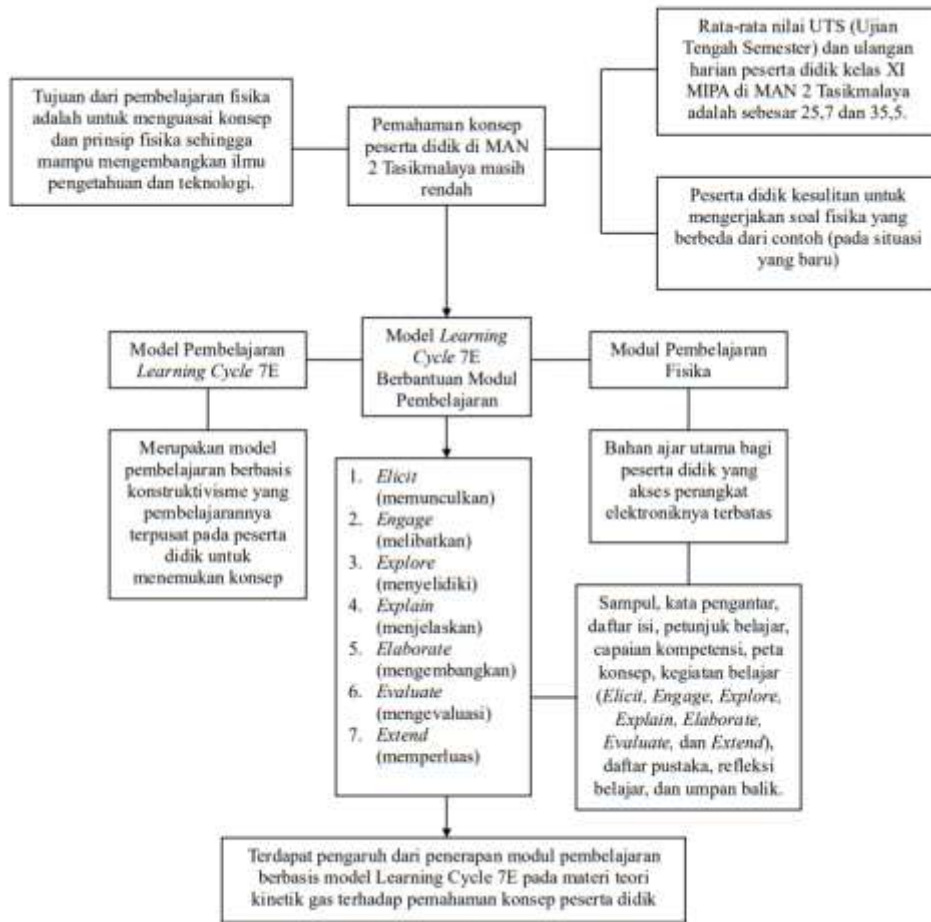
Tingkat pemahaman konsep peserta didik dapat diukur menggunakan indikator pemahaman konsep. Terdapat banyak versi indikator pemahaman konsep, dalam penelitian ini, indikator yang digunakan mengacu pada taksonomi Marzano, pada tahapan *comprehension* (memahami). Taksonomi Marzano menjelaskan

bahwa indikator pemahaman konsep mencakup kemampuan *integrating* (mengintegrasikan) dan *symbolizing* (menyimbolkan). *Integrating* adalah kemampuan peserta didik untuk mengenali karakteristik dari suatu konsep, sementara *symbolizing* adalah kemampuan peserta didik untuk membuat representasi simbolik dari suatu konsep.

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan di MAN 2 Tasikmalaya menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik masih rendah. Berdasarkan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika kelas XI, salah satu penyebabnya adalah tidak tersedianya bahan ajar yang efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep fisika.

Masalah rendahnya pemahaman konsep peserta didik di MAN 2 Tasikmalaya dapat diatasi dengan penerapan model *Learning Cycle 7E* (*Elicit, Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate, dan Extend*) berbantuan modul pembelajaran. Model ini merupakan model konstruktivistik yang berfokus pada pembentukan pemahaman konsep peserta didik, sedangkan modul pembelajaran dapat mendukung penerapan model tersebut agar lebih efektif dalam menstimulasi pemahaman konsep peserta didik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *Learning Cycle 7E* berbantuan modul pembelajaran pada materi teori kinetik gas, untuk menguji pengaruhnya dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Adapun secara bagan, kerangka konseptual dari penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Kerangka konseptual

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka konseptual di atas, hipotesis penelitian ini ialah sebagai berikut:

H_o : tidak terdapat pengaruh dari penerapan model *Learning Cycle 7E* berbantuan modul pembelajaran pada materi teori kinetik gas terhadap pemahaman konsep peserta didik kelas XI di MAN 2 Tasikmalaya.

H_a : terdapat pengaruh dari penerapan model *Learning Cycle 7E* berbantuan modul pembelajaran pada materi teori kinetik gas terhadap pemahaman konsep peserta didik kelas XI di MAN 2 Tasikmalaya.