

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Pemecahan Masalah

Menurut Heller et al. (1992), keterampilan pemecahan masalah adalah proses berpikir terorganisir untuk memecahkan masalah dengan menggunakan lima tahapan sistematis yaitu memvisualisasikan masalah, mendeskripsikan dengan konsep dan persamaan fisika, merencanakan strategi solusi, melaksanakan perhitungan, serta mengevaluasi hasil dari segi konsistensi fisika, satuan, dan logika. Sementara itu, menurut Gok & Silay (2008) keterampilan pemecahan masalah adalah keterampilan peserta didik dalam menggunakan informasi yang ada untuk menentukan apa yang harus dikerjakan dalam suatu keadaan tertentu. Lebih lanjut, Selcuk et al. (2008) menegaskan bahwa keterampilan pemecahan masalah mengacu pada upaya yang diperlukan peserta didik dalam menentukan solusi atas masalah yang dihadapi. Selain itu, dalam penelitian Wardani (2020) keterampilan pemecahan masalah didefinisikan sebagai proses di mana individu mengidentifikasi masalah, merumuskan jawaban sementara, memverifikasi hipotesis dengan mengumpulkan dan menganalisis data, menjawab hipotesis dan mengambil kesimpulan.

Berdasarkan beberapa pendapat disimpulkan bahwa keterampilan pemecahan masalah adalah kemampuan individu memahami suatu masalah melalui proses sistematis dan menemukan solusi untuk menyelesaikannya. Keterampilan ini mempunyai peran yang sangat penting bagi peserta didik dalam menghadapi suatu permasalahan. Selain itu permasalahan fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari juga memerlukan keterampilan pemecahan masalah peserta didik.

Keterampilan pemecahan masalah pada bidang fisika dipengaruhi oleh struktur pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik. Peserta didik yang memiliki kemampuan rendah (*novice*) dan tinggi (*expert*) menunjukkan perbedaan mendasar dalam cara merepresentasikan masalah fisika. Perbedaan ini berpengaruh pada strategi pemecahan masalah yang dipilih serta kualitas solusi yang dihasilkan (Hull

et al., 2013). Berikut kriteria pemecahan masalah fisika peserta didik pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kriteria Pemecahan Masalah Fisika

Aspek	<i>Novice</i>	<i>Expert</i>
Pendekatan Awal	Langsung memanipulasi persamaan	Memahami situasi, menggambarkan masalah secara kualitatif
Fokus Masalah	Fitur permukaan (<i>surface features</i>)	Struktur mendalam (<i>deep structure</i>)
Pengetahuan	Terfragmentasi, tidak terorganisir	Terorganisir dalam skema yang koheren
Penggunaan Representasi	Jarang menggunakan diagram atau representasi visual	Sering menggunakan diagram dan representasi visual secara efektif
Evaluasi Solusi	Jarang mengevaluasi solusi yang dibuat	Aktif mengevaluasi dan menilai Solusi
Fleksibilitas Strategi	Lambat meninggalkan strategi yang tidak efektif	Cepat mencari alternatif jika strategi tidak berhasil
Keterampilan Metakognitif	Kurang berkembang	Berkembang dengan baik (mengontrol proses berpikirnya sendiri)
Penerapan Prinsip Fisika	Sulit mengidentifikasi prinsip fisika yang relevan	Cepat menghubungkan masalah dengan prinsip fisika yang mendasari

(Hull et al., 2013)

Perbedaan penting antara *expert* dan *novice* yaitu, *experts* mengelompokkan masalah berdasarkan prinsip fisika yang mendasarinya (*underlying physics principles*), yang mencerminkan struktur pengetahuan hierarkis yang terorganisasi dengan baik. Hal ini memudahkan terjadinya transfer pengetahuan dari suatu konteks masalah ke masalah fisika yang lain. Sebaliknya, *novice* lebih cenderung mengelompokkan masalah berdasarkan fitur permukaan (*surface features*). Misalnya, jika soal menyangkut bidang miring, mereka langsung mengklasifikasikannya menjadi soal “bidang miring”, atau jika ada soal terkait katrol, mereka menyebutnya sebagai soal “katrol”, tanpa memperhatikan bahwa isi soal tersebut mungkin lebih fokus pada konsep seperti gaya, energi, atau percepatan. Mereka kesulitan mentransfer pengetahuan yang dipelajari dari masalah yang sederhana ke masalah yang lebih kompleks (Lin & Singh, 2013).

Menurut Heller, Keith, & Anderson. (1992), indikator keterampilan pemecahan masalah, yaitu *Visualize the problem*, *Describe the physics*, *Plan the solution*, *Execute the plan*, dan *Check and evaluate*. Tahapan keterampilan pemecahan masalah yang di adaptasi dari Heller, Keith, & Anderson (1992) pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah

No.	Indikator	Deskripsi
1.	<i>Visualize the problem</i>	Peserta didik diminta memahami dan memvisualisasikan permasalahan secara menyeluruh dengan merepresentasikan situasi masalah ke dalam bentuk visual atau sketsa.
2.	<i>Describe the physics</i>	Peserta didik mengidentifikasi informasi penting serta menghubungkannya dengan konsep atau prinsip dasar yang relevan dengan permasalahan tersebut secara terstruktur.
3.	<i>Plan the solution</i>	Peserta didik menyusun strategi penyelesaian masalah dan menentukan persamaan fisika yang tepat.
4.	<i>Execute the plan</i>	Peserta didik melakukan perhitungan matematis dan menjalankan strategi yang sudah ditentukan sebelumnya.
5.	<i>Check and evaluate</i>	Peserta didik meninjau kembali hasil yang diperoleh dan memeriksa jawaban masuk akal secara logika dan konsisten dengan hukum fisika.

Agar keterampilan pemecahan peserta didik berkembang secara optimal, guru perlu menciptakan lingkungan belajar yang aktif, kolaboratif, dan berbasis masalah nyata (*real problems*) (Ahdhianto et al., 2020). Menurut Sari et al. (2022), pembelajaran harus menekankan interaksi satu sama lain melalui berbagi pendapat atau berdiskusi. Interaksi ini adalah kunci yang dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan mendorong pengkonstruksian pengetahuan melalui interaksi dengan teman sebaya. Proses pembelajaran harus memenuhi tiga prinsip utama yaitu belajar aktif, belajar dari pengalaman, dan melakukan interaksi sosial. Menurut Samani et al. (2016), keterampilan pemecahan masalah akan berkembang dengan baik jika peserta didik aktif, penasaran, dan berani mencoba berbagai cara, termasuk melakukan kesalahan dan memperbaikinya bersama. Dalam hal ini, guru

berperan sebagai pembimbing yang membantu jalannya diskusi dan memberikan pertanyaan terbuka agar peserta didik terstimulasi untuk berpikir lebih dalam (Gusmana et al., 2025).

2.1.2 Pengetahuan Awal

Pengetahuan awal (*prior knowledge*) didefinisikan sebagai informasi yang telah dipelajari sebelumnya dan tersusun dalam memori pembelajar (Hattan et al., 2024). Menurut Ausubel, pembelajaran bermakna terjadi ketika peserta didik mengaitkan informasi baru dengan konsep yang sudah ada dalam struktur kognitif mereka (Bryce & Blown, 2024). Struktur kognitif ini mencakup pengetahuan sebelumnya berupa fakta, konsep, dan generalisasi yang telah dipelajari.

Pengetahuan awal (*prior knowledge*) juga berhubungan dengan teori kognitivisme Piaget bahwa pengetahuan awal berfungsi sebagai landasan bagi peserta didik untuk memahami dan menafsirkan pengalaman baru, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Peserta didik dengan pengetahuan awal yang baik akan lebih mudah melakukan asimilasi dan akomodasi sebagaimana dijelaskan Piaget dalam teori perkembangan kognitifnya. Dalam kerangka teori kognitivisme, pengetahuan awal dipahami sebagai representasi mental yang sudah tersimpan dalam memori jangka panjang dan berfungsi sebagai dasar untuk memahami informasi baru. Belajar akan lebih efektif apabila informasi baru dapat dihubungkan dengan struktur kognitif yang sudah ada sehingga tercipta pemahaman yang bermakna. Moreno menekankan bahwa keterlibatan pengetahuan awal sangat menentukan cara peserta didik memperhatikan, mengolah, dan menyimpan informasi baru (Moreno, 2010).

Menurut teori konstruktivisme sosial Vygotsky, konstruktivisme sosial menekankan bahwa proses belajar terjadi ketika peserta didik berbagi ide dan perspektif mereka dengan orang lain (Lasmawan & Budiarta, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan awal bersifat dinamis dan dapat berkembang melalui proses sosial. Vygotsky juga menekankan bahwa setiap peserta didik membawa pengalaman, nilai, dan pengetahuan yang berbeda dari lingkungan sosial dan budayanya masing-masing (Moreno, 2010). Oleh karena itu, aktivasi pengetahuan awal menjadi langkah penting dalam menciptakan pembelajaran yang bermakna dan berkelanjutan.

Berdasarkan penjelasan teori-teori di atas, maka konsep merupakan bentuk pengetahuan deklaratif tipe *semantic knowledge*, yaitu pengetahuan yang tersimpan dalam memori jangka panjang dan digunakan peserta didik untuk memahami fenomena baru (Moreno, 2010). Dalam konteks gerak melingkar, konsep dasar seperti jarak, kecepatan, dan percepatan menjadi landasan awal bagi peserta didik untuk menafsirkan besaran-besaran baru seperti kecepatan tangensial dan percepatan sentripetal. Dengan memiliki konsep awal yang jelas, peserta didik lebih mudah menghubungkan karakteristik gerak lurus yang sudah mereka pahami dengan karakteristik gerak melingkar yang sedang mereka pelajari.

Menurut Piaget, pemahaman peserta didik berkembang melalui proses asimilasi dan akomodasi (Moreno, 2010). Ketika mempelajari gerak melingkar, peserta didik melakukan asimilasi dengan mengaitkan kecepatan tangensial dengan kecepatan pada GLB atau menghubungkan perubahan kecepatan dengan konsep GLBB. Namun, beberapa konsep yang berbeda dari gerak lurus seperti arah percepatan sentripetal yang selalu menuju pusat lingkaran menuntut proses akomodasi. Peserta didik perlu menyesuaikan struktur pengetahuan lama agar sesuai dengan fenomena gerak melingkar. Konsep-konsep yang telah dimiliki peserta didik merupakan bagian dari pengetahuan deklaratif atau *semantic knowledge* yang tersimpan dalam *semantic memory* di memori jangka panjang (Moreno, 2010). Konsep-konsep ini saling terhubung menjadi *schema*, yaitu jaringan konsep yang menjadi dasar bagi peserta didik dalam menafsirkan informasi baru. Oleh karena itu, pengetahuan awal pada dasarnya merupakan *schema* yang telah tersimpan dalam *long-term memory*, sehingga ketika mempelajari materi baru seperti gerak melingkar, peserta didik tidak memulai dari nol, tetapi memanfaatkan struktur konsep yang sudah ada untuk melakukan asimilasi maupun akomodasi (Slavin, 2006). Sejalan dengan pandangan Ausubel, pembelajaran gerak melingkar akan lebih bermakna jika konsep baru dapat diintegrasikan dengan pengetahuan awal yang dimiliki peserta didik (Slavin, 2006). *Schema* tentang gerak lurus yang sudah tersimpan dalam *semantic memory* menjadi dasar bagi peserta didik untuk memahami hubungan antara kecepatan sudut, kecepatan linear, dan percepatan sentripetal. Dengan memanfaatkan pengetahuan awal tersebut, peserta didik tidak

memulai dari nol, tetapi mengonstruksi pemahamannya secara bertahap sehingga konsep-konsep dalam gerak melingkar dapat dipahami secara lebih utuh.

Berdasarkan beberapa pendapat dapat disimpulkan bahwa pengetahuan awal (*prior knowledge*) merupakan kumpulan informasi ataupun pengalaman yang telah dimiliki oleh individu sebelum mempelajari sesuatu yang baru. Pengetahuan ini berperan sebagai landasan kognitif yang digunakan untuk memahami, mengaitkan ataupun membangun pengetahuan baru dalam proses pembelajaran. Dalam penelitian ini, pengetahuan awal digunakan sebagai variabel moderator, karena tingkat pengetahuan awal yang berbeda dapat memengaruhi kuat dan lemahnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Pengetahuan ini diukur menggunakan skor gabungan dari dua instrumen terstandar, 15 soal dari *Force Concept Inventory* (FCI) yang dikembangkan oleh Hestenes, Wells, dan Swackhamer yang telah disaring dan dimodifikasi untuk fokus pada pemahaman konseptual kinematika dan 11 soal dari *Test of Understanding Vectors* (TUV) yang dikembangkan oleh Barniol dan Zavala yang berfokus pada konsep vektor.

Adapun indikator kompetensi prasyarat ada tiga. Pengelompokan ini dilakukan dengan memecah komponen kinematika dari soal FCI menjadi dua indikator konseptual terpisah, yang kemudian digabungkan dengan indikator vektor dari TUV. Berikut indikator kompetensi prasyarat pengetahuan awal pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Indikator Kompetensi Prasyarat Pengetahuan Awal

No.	Indikator Kompetensi Prasyarat Pengetahuan Awal	Deskripsi
1.	Kompetensi Vektor	Mengukur keterampilan peserta didik dalam penjumlahan, pengurangan, penentuan nilai, arah, dan komponen vektor dalam konteks gerak.
2.	Kompetensi Analisis Gerak Dasar dan Kecepatan Konstan	Mengukur kemampuan peserta didik menganalisis data gerak lurus, menginterpretasi grafik gerak, dan memahami konsep kecepatan konstan.
3.	Kompetensi Gerak Dua Dimensi dan Prediksi Lintasan Konseptual	Mengukur kemampuan peserta didik menganalisis gerak parabola dan memprediksi arah serta lintasan benda dalam dua dimensi.

Kompetensi vektor, yang diukur melalui *Test of Understanding Vectors* (TUV), mencakup keterampilan dasar peserta didik dalam penjumlahan, pengurangan, penentuan nilai, arah, dan komponen vektor dalam konteks gerak. Penguasaan konsep vektor adalah prasyarat yang menjadi fondasi untuk menyelesaikan masalah kinematika, dan kesulitan peserta didik dalam menguasai konsep vektor adalah salah satu hambatan terbesar dalam memecahkan masalah fisika (Poluakan & Runtuwene, 2018). Gerak melingkar sangat relevan dengan konsep vektor, karena gerak ini secara alami melibatkan vektor. Meskipun kelajuan bisa tetap konstan, kecepatan terus berubah arah. Perubahan ini menghasilkan percepatan sentripetal, yaitu percepatan yang mengarah ke pusat lingkaran (Volfson et al., 2020). Oleh karena itu, peserta didik yang lemah dalam memahami vektor akan kesulitan menganalisis saat menggunakan *Cooperative Problem Solving* (CPS) saat belajar untuk menyelesaikan masalah. Sebaliknya, peserta didik yang kuat dalam vektor bisa lebih mudah mengikuti alur CPS karena dasar pemahamannya sudah baik.

Kompetensi gerak dasar dan kecepatan konstan diukur dengan soal *Force Concept Inventory* (FCI), bertujuan menilai kemampuan peserta didik menganalisis data gerak lurus, menginterpretasi grafik gerak, dan memahami kecepatan konstan. Penguasaan Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) penting sebagai dasar untuk memahami gerak melingkar. Namun, peserta didik sering kesulitan membedakan kelajuan dan kecepatan, serta membedakan GLB (percepatan nol) dengan GLBB. Masalah ini diyakini menghambat pemahaman mereka tentang kecepatan tangensial dan percepatan sentripetal dalam gerak melingkar (Liu & Fang, 2016). Oleh karena itu, kompetensi analisis gerak dasar yang lemah pada peserta didik dengan pengetahuan awal rendah akan menyebabkan hambatan atau kesulitan dalam tahap visualisasi model *Cooperative Problem Solving* (CPS).

Kompetensi gerak dua dimensi dan prediksi lintasan konseptual, diukur melalui soal *Force Concept Inventory* (FCI), bertujuan menilai kemampuan peserta didik menganalisis gerak dua dimensi dan memprediksi lintasan benda secara konseptual. Namun, penelitian menunjukkan peserta didik sering salah konsep dan kesulitan memprediksi lintasan gerak melengkung (Aslan, 2021). Relevansinya

dengan gerakan melingkar yang melibatkan inersia tanpa gaya sentripetal, benda bergerak lurus searah kecepatan tangensialnya. Kegagalan prediksi ini menghambat representasi masalah fisika yang benar (Thornton et al., 2009). Oleh karena itu, peserta didik dengan pengetahuan awal rendah dan pemahaman lemah akan menghadapi hambatan analisis serta kesulitan dalam perencanaan model *Cooperative Problem Solving* (CPS). Hasil skor gabungan dari ketiga indikator ini kemudian digunakan untuk mengelompokkan peserta didik menjadi kategori pengetahuan awal rendah dan pengetahuan awal tinggi, dengan nilai median sebagai batas pembagi. Dengan demikian, pengetahuan awal dalam penelitian ini direpresentasikan melalui skor gabungan dari FCI dan TUV yang mencerminkan tingkat struktur pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik, menilai kesiapan konseptual peserta didik sebelum pembelajaran dimulai.

2.1.3 Cooperative Problem Solving (CPS)

Cooperative Problem Solving (CPS) yang dikembangkan oleh Heller et al. (1992) dan Heller & Hollabaugh (1992) yang dipublikasikan dalam *American Journal of Physics*. Mereka menjelaskan bahwa kemampuan pemecahan masalah akan lebih berkembang jika dilakukan secara berkelompok daripada individu. Selanjutnya Heller & Heller (2010) menerbitkan buku panduan berjudul *Cooperative Problem Solving in Physics: A User's Manual* di University of Minnesota. Dalam panduan tersebut dijelaskan lima langkah pemecahan masalah, yaitu mengenali masalah, mendeskripsikan masalah sesuai konsep fisika, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi solusi yang diperoleh.

Cooperative Problem Solving (CPS) merupakan pembelajaran yang menekankan pada kolaborasi antar peserta didik dalam memecahkan masalah fisika yang kompleks. Dalam pembelajaran model ini, menuntut peserta didik untuk tidak berkompetensi secara individual, akan tetapi belajar untuk saling berkolaborasi antar satu sama lain dalam kelompok. Gok & Silay (2008) menyebutkan bahwa penggunaan model pembelajaran pemecahan masalah secara kooperatif terbukti lebih berguna jika digunakan daripada model pembelajaran konvensional.

Model *Cooperative Problem Solving* secara umum berkaitan dengan teori konstruktivisme sosial Vygotsky. Vygotsky menekankan bahwa interaksi sosial

merupakan faktor terpenting yang dapat memicu perkembangan kognitif seseorang. Vygotsky percaya bahwa proses belajar akan terjadi secara efisien dan efektif apabila peserta didik belajar secara kooperatif dengan anak-anak lain, terutama dalam bimbingan seseorang yang lebih mampu, baik itu guru maupun teman sebaya (*peer*) (Tamrin et al., 2011).

Model *Cooperative Problem Solving* memiliki hubungan yang erat dengan konsep Zona Perkembangan Proksimal (*Zone of Proximal Development/ZPD*) yang dikemukakan oleh Vygotsky. *Zone of Proximal Development* merujuk pada rentang kemampuan peserta didik yang belum dapat dicapai secara mandiri, tetapi dapat dikembangkan melalui bantuan orang lain yang lebih kompeten, seperti guru atau teman sebaya (Lasmawan & Budiarta, 2020). Dalam pembelajaran *Cooperative Problem Solving*, peserta didik bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah secara kolaboratif, di mana anggota yang lebih mampu memberikan dukungan atau *scaffolding* kepada anggota lain yang masih berada dalam Zona Perkembangan Proksimal mereka.

Menurut Heller & Heller (2010), perencanaan pembelajaran model *Cooperative Problem Solving* di kelas dapat dilakukan melalui beberapa tahapan penting. Pertama, guru perlu mengelola kelompok belajar dengan baik. Ukuran kelompok yang paling optimal adalah tiga peserta didik, karena cukup besar untuk menghasilkan ide beragam namun tetap kecil sehingga semua anggota dapat berkontribusi aktif. Komposisi kelompok sebaiknya campuran (*mixed-achievement groups*) yang terdiri dari peserta didik dengan kemampuan tinggi dan rendah agar terjadi saling melengkapi dalam proses pemecahan masalah. Selain itu, kelompok juga perlu diganti secara berkala, agar peran berganti dan konflik pribadi dapat dihindari.

Kedua, guru memberikan peran khusus kepada setiap anggota kelompok, misalnya sebagai *manager*, *checker* dan *skeptic*. Pembagian peran ini bertujuan agar setiap peserta didik terlibat aktif, dan rotasi peran memungkinkan mereka belajar dari berbagai perspektif. Ketiga, guru juga harus menyiapkan masalah kontekstual (*context-rich problem*) yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Selanjutnya, dalam proses pembelajaran, guru menyiapkan LKPD yang jelas, memfasilitasi diskusi, serta berperan untuk memantau, memberi umpan balik, dan

meluruskan miskonsepsi yang muncul. Terakhir, evaluasi dilakukan tidak hanya pada hasil akhir pemecahan masalah, tetapi juga pada proses kerja sama kelompok.

Dalam pembelajaran *Cooperative Problem Solving*, terdapat tiga tahapan pembelajaran, yaitu *opening moves*, *middle game*, dan *end game* (Heller & Heller, 2010). Pada tahap *Opening Moves*, guru mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi masalah yang akan diselesaikan. Tahap ini penting untuk membentuk pola pikir peserta didik agar siap melakukan kerja sama dan berpikir kritis selama proses diskusi. Selanjutnya, pada tahap *Middle Game*, peserta didik bekerja dalam kelompok kecil untuk memecahkan masalah yang diberikan secara kolaboratif. Guru berperan sebagai fasilitator, mengamati dinamika kelompok, dan memberikan bantuan jika diperlukan. Di akhir masuk ke tahap *End Game*, kelompok peserta didik menyampaikan solusi mereka, baik melalui presentasi maupun diskusi kelas, sesuai arahan dari guru di awal.

Lingkungan belajar yang mendukung *Cooperative Problem Solving* yaitu lingkungan yang terstruktur dan mendorong partisipasi aktif peserta didik dalam kelompok kecil yang heterogen berdasarkan kemampuan dan interaksi sosial. Dalam lingkungan ini, peserta didik bekerja sama untuk memecahkan masalah kontekstual, saling berdiskusi, menguji ide, dan membangun pemahaman bersama. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing tanpa memberikan jawaban langsung, menciptakan suasana aman untuk eksplorasi dan refleksi. Selain itu, lingkungan ini menyediakan struktur yang jelas untuk setiap tahap kegiatan mulai dari pengarahan awal (*Opening Moves*), proses kolaboratif (*Middle Game*), hingga presentasi hasil (*End Game*) serta sarana seperti lembar kerja kelompok yang menunjang komunikasi ide dan lembar evaluasi kelompok.

Detail kegiatan guru dan peserta didik dalam setiap tahapan pembelajarannya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tahapan *Cooperative Problem Solving*

Tahapan Pembelajaran	Tindakan Guru	Tindakan Peserta Didik
<i>Opening Moves</i>	1. Membuka pembelajaran dengan berdoa dan pemeriksaan kehadiran peserta didik.	1. Membaca doa dipimpin oleh ketua kelas; menanggapi absensi.

Tahapan Pembelajaran	Tindakan Guru	Tindakan Peserta Didik
	2. Perkenalkan masalah kepada peserta didik dengan menjelaskan: a. Apa yang seharusnya mereka pelajari dari penyelesaian masalah. b. Bagian dari solusi yang harus dituliskan kelompok di papan. 3. Persiapkan peserta didik untuk pekerjaan kelompok dengan: a. Menunjukkan pembagian kelompok/peran setiap anggota kelompok. b. Membagikan lembar masalah (soal) dan Informasi serta lembar jawaban diskusi.	2. Peserta didik bergabung dengan kelompoknya dan mulai diskusi. a. <i>Checker</i> mencatat progres kelompok.
<i>Middle Game</i>	4. Membimbing kelompok dalam menyelesaikan masalah dengan: a. Memperhatikan perkembangan setiap kelompok. b. Membantu kelompok yang mengalami kendala. 5. Mempersiapkan peserta didik untuk diskusi kelas dengan: a. Mengingatkan peserta didik bahwa “waktu diskusi akan habis dalam 5 menit”. b. Memilih satu orang anggota dari setiap kelompok untuk menuliskan solusi di papan tulis.	3. Menyelesaikan masalah: a. Berpartisipasi dalam diskusi kelompok b. Bekerja kooperatif c. Memeriksa pekerjaan masing-masing 4. Menuliskan bagian solusi di papan tulis
<i>End Game</i>	6. Memimpin diskusi kelas untuk fokus pada apa yang ingin dicapai peserta didik dari penyelesaian masalah. 7. Paparkan simpulan solusi dari masalah yang di diskusikan. 8. Penyelesaian masalah direkap, kemudian dibagikan pada peserta didik. 9. Membagikan lembar evaluasi kelompok.	5. Berpartisipasi dalam diskusi kelas 6. Mendiskusikan keefektifan kerja kelompok

(Heller & Heller, 2010: 160)

Pembagian peran peserta didik terdiri atas *manager*, *checker*, dan *skeptic*, di mana masing-masing memiliki tugas dan tindakan yang spesifik. Rincian tugas dan tindakan dari setiap peran disajikan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Peran Peserta Didik dalam *Cooperative Problem Solving* (CPS)

Tugas	Tindakan
Manager • Mengarahkan urutan langkah • Menjaga kelompok tetap pada jalurnya • Memastikan setiap anggota kelompok berpartisipasi • Memperhatikan waktu yang habis setiap langkah	• "Pertama, kita perlu menggambar situasinya." • "Mari kita kembali ke ini nanti jika kita punya waktu." • "budi, apa pendapatmu tentang ide ini?" • "Kita hanya memiliki 5 menit tersisa. Mari kita selesaikan Solusi
Checker • Menjadi juru tulis kelompok • Memeriksa pemahaman anggota kelompok • Memastikan anggota kelompok setuju dengan setiap yang kamu tulis • Memastikan nama tercantum di Solusi	• "Apakah kita semua mengerti diagram yang baru saja saya selesaikan ini?" • "Jelaskan mengapa Anda berpikir itu" • "Apakah kita sepakat tentang ini?" • "Ini, tandatangani masalah yang baru saja kita selesaikan!"
Skeptic • Membantu anggota kelompok dalam membuat keputusan terlalu cepat • Memastikan semua kemungkinan di eksplorasi • Menyarankan ide alternative • Meringkas diskusi dan kesimpulan kelompokmu • Memeriksa posisi anggota kelompok yang berbeda dan ringkas sebelum memutuskan	• "Kemungkinan lain apa yang ada untuk ...?" • "Saya tidak yakin kita berada di jalur yang benar di sini. Mari kita coba melihat ini dengan cara lain ..." • "Bagaimana dengan menggunakan ... Melainkan...?" • "Jadi inilah yang telah kami putuskan sejauh ini." • "Budi berpikir kita harus..., sementara anto berpikir kita harus..."

(Heller & Heller, 2010: 102)

Dalam penerapan model *Cooperative Problem Solving* (CPS), pembagian peran seperti *manager*, *checker*, dan *skpetic* merupakan bagian penting dari tahap perencanaan karena berfungsi mengatur jalannya kerja kelompok. Penentuan peran ini dilakukan berdasarkan hasil tes pengetahuan awal yang diberikan sebelum pembelajaran. Hasil tes digunakan untuk membentuk kelompok secara heterogen, sehingga dalam satu kelompok terdapat peserta didik dengan pengetahuan awal

tinggi dan rendah. Pembagian peran awal juga disesuaikan dengan kemampuan tersebut. Peserta didik dengan pengetahuan awal tinggi umumnya lebih siap menjalankan peran dengan tuntutan berpikir lebih tinggi seperti *checker* atau *skeptic*, sedangkan peserta didik dengan pengetahuan awal rendah dapat memulai dari peran *manager* yang lebih menekankan pengaturan alur diskusi dibandingkan penilaian konsep. Strategi ini dilakukan agar proses diskusi dapat berjalan dengan baik dan setiap peserta didik dapat berkontribusi sesuai dengan kemampuan mereka. Selanjutnya, peran dalam kelompok dirotasi pada setiap pertemuan agar semua peserta didik mendapatkan kesempatan merasakan semua peran, termasuk peran yang lebih menantang. Rotasi peran ini juga mencegah dominasi peserta didik tertentu dan memastikan pemerataan pengalaman belajar. Meskipun peran *checker* dan *skeptic* memiliki beban kognitif lebih tinggi, rotasi dilakukan secara bertahap sehingga peserta didik dengan pengetahuan awal rendah tetap dapat menjalankan peran tersebut dengan dukungan tahapan CPS dan pengalaman dari pertemuan sebelumnya. Dengan demikian, penentuan peran berdasarkan pengetahuan awal serta rotasi peran pada setiap pertemuan menjadi bagian penting dari lingkungan belajar yang mendukung keberhasilan penerapan model *Cooperative Problem Solving*.

Model pembelajaran ini dilengkapi dengan lembar diskusi kelompok dan lembar evaluasi kelompok, yang tercantum dalam Lampiran 6 dan Lampiran 7.

Keunggulan *Cooperative Problem Solving* menurut Heller dan Hollabaugh, yaitu: 1) Masalah yang rumit dapat lebih mudah diselesaikan secara berkelompok daripada secara individu; 2) Peserta didik memperoleh soal latihan terbimbing dan terampil menggunakan bahasa fisika; 3) Pada saat berdiskusi, peserta didik harus sepakat dan menyelesaikan ulang kesalahpahaman konsep; 4) Pada saat *brainstorming* masalah, peserta didik tidak diintimidasi karena menjawabnya tidak secara individu, tetapi berkelompok (Heller & Hollabaugh., 1992).

Sedangkan kelemahan dari *Cooperative Problem Solving* menurut Heller dan Hollabaugh, yaitu: 1) Membutuhkan waktu pembelajaran yang lebih lama karena diskusi membutuhkan koordinasi yang baik; 2) Kurangnya pemahaman peserta didik terhadap peran kelompok membuat CPS kurang efektif, karena diskusi sering tidak terarah atau didominasi oleh sebagian peserta didik; 3) Guru

harus siap dalam merancang masalah kontekstual dan mengelola dinamika kelompok; 4) Penilaian individu sulit karena kontribusi peserta didik melebur dalam kerja kelompok (Heller & Hollabaugh., 1992).

2.1.4 Keterkaitan Model *Cooperative Problem Solving* (CPS) dengan Keterampilan Pemecahan Masalah

Model *Cooperative Problem Solving* merupakan model pembelajaran yang mengembangkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik dalam menyelesaikan soal fisika yang kompleks. Model *Cooperative Problem Solving* menekankan proses berpikir dan bekerja sama dalam memecahkan permasalahan. Melalui pembagian peran dalam kelompok, peserta didik dilatih untuk bisa mengidentifikasi masalah, mendeskripsikan masalah, merencanakan strategi, melaksanakan penyelesaian, dan mengevaluasi hasil secara bersama-sama. Hal ini membantu peserta didik tidak hanya fokus pada hasil akhirnya, tetapi juga pada proses berpikir logis, sistematis serta reflektif.

Keterampilan pemecahan masalah merupakan kemampuan setiap individu dalam proses berpikir untuk bisa mencari cara, jalan keluar ataupun solusi dari suatu permasalahan yang dihadapi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan keterkaitan yang erat antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* dengan keterampilan pemecahan masalah, karena *Cooperative Problem Solving* mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi isu atau permasalahan secara mendalam, dan merumuskan solusi berdasarkan hasil eksplorasi.

Keterkaitan antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* dengan keterampilan pemecahan masalah yaitu, sama-sama berfokus pada pemecahan masalah. Dengan kata lain, model *Cooperative Problem Solving* secara langsung mengadopsi dan mengintegrasikan langkah-langkah sistematis dari keterampilan pemecahan masalah (Sari et al., 2021). Keterkaitan ini diwujudkan melalui struktur tiga tahap CPS yang diibaratkan seperti permainan catur yaitu, *opening moves*, *middle game*, dan *end game* yang secara eksplisit memasukkan lima langkah pemecahan masalah. Tahap awal *opening moves*, menentukan pola pikir awal peserta didik, tahap ini masuk ke langkah keterampilan pemecahan masalah pertama, *visualize the problem*. Tahap inti *middle game*, kegiatan belajar di mana peserta didik bekerja sama memecahkan masalah. Tahap ini mencakup tiga langkah

keterampilan pemecahan masalah yaitu, *describe the physics*, *plan a solution*, dan *execute the plan*. Dalam tahap ini, peserta didik ditugaskan menyelesaikan masalah secara berkelompok dengan cara mendiskusikan masalah, saling membantu, dan berbagi tugas. Tahap akhir *end game*, peserta didik menyajikan hasil kerja kelompok dan melakukan evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang telah dilakukan. Tahap ini masuk ke langkah keterampilan pemecahan masalah terakhir yaitu, *Check and evaluate* (Wardani et al., 2021).

Keterkaitan ini terjadi karena struktur CPS yang berpusat pada peserta didik (*student centered*) menuntut keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran ini dapat merealisasikan kebutuhan peserta didik dalam belajar, berpikir, dan memecahkan masalah serta mengintegrasikan kemampuan dalam keterampilannya (Ziyad, 2023). Hal inilah yang menghasilkan keterkaitan yang kuat dan efektif antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) dengan keterampilan pemecahan masalah. Berikut keterkaitan antara model *Cooperative Problem Solving* dengan keterampilan pemecahan masalah pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Keterkaitan Antara Model Pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) dengan Keterampilan Pemecahan Masalah

Tahapan Model Pembelajaran <i>Cooperative Problem Solving</i> (CPS)	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	Keterkaitan
<i>Opening Moves</i>	<i>Visualize the problem</i> Peserta didik mengidentifikasi informasi penting, ataupun menggambar sketsa.	Pada tahap ini peserta didik memahami konteks masalah, mengidentifikasi informasi penting, dan membuat representasi awal. Hal ini sesuai dengan indikator <i>visualize the problem</i> karena peserta didik belajar melihat masalah secara utuh.
<i>Middle Game</i>	<i>Describe the physics</i> Mendiskusikan konsep-konsep fisika, hukum, atau rumus yang dapat digunakan untuk	Peserta didik mendeskripsikan masalah dengan konsep fisika, menyusun strategi pemecahan, serta

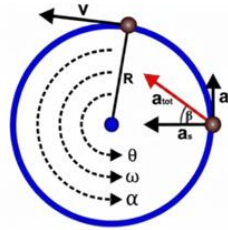
Tahapan Model Pembelajaran <i>Cooperative Problem Solving (CPS)</i>	Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah	Keterkaitan
	menjelaskan fenomena yang terjadi.	melaksanakan rencana penyelesaiannya.
	<i>Plan the solution</i> Peserta didik merancang strategi penyelesaian berdasarkan konsep yang telah dipilih	Aktivitas ini sejalan dengan indikator keterampilan pemecahan masalah yaitu, <i>describe the physics, plan the solution</i> , dan <i>execute the plan</i> karena peserta didik mengaitkan masalah dengan konsep fisika, merancang langkah sistematis, lalu mengujinya dalam penyelesaian.
	<i>Execute the plan</i> Peserta didik melaksanakan strategi yang telah dirancang.	
<i>End Game</i>	<i>Check and evaluate</i> Peserta didik meninjau kembali hasil yang diperoleh.	Pada tahap ini peserta didik menilai ketepatan hasil penyelesaian, melakukan klarifikasi, dan merefleksikan efektivitas solusi. Hal ini sesuai dengan indikator <i>check and evaluate</i> karena peserta didik meninjau kembali proses serta kualitas jawabannya.

2.1.5 Materi Kinematika Gerak Melingkar

Gerak melingkar merupakan gerak suatu benda pada lintasan yang melingkar. Dalam gerak melingkar terdapat dua jenis besaran, yaitu besaran sudut (angular) dan besaran linear (tangensial). Besaran sudut adalah besaran yang arah kerjanya melingkar atau membentuk sudut tertentu (untuk besaran vektor) sedangkan besaran linear atau tangensial adalah besaran yang arah kerjanya lurus (tidak membentuk sudut) (Josephine, 2020).

Besaran sudut pada gerak melingkar meliputi periode, frekuensi, posisi sudut, kecepatan sudut dan percssepatan sudut. Sedangkan besaran linear pada gerak melingkar adalah jari-jari, panjang lintasan, kecepatan linear, percepatan

tangensial, percepatan sentripetal dan percepatan total. Gerak melingkar berdasarkan karakteristik kecepatan, dibedakan menjadi gerak melingkar beraturan (GMB) dan gerak melingkar berubah beraturan (GMBB). Adapun lintasan pada gerak melingkar ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Lintasan Gerak Melingkar

Sumber: (Josephine, 2020)

Adapun besaran-besaran gerak melingkar yang dapat dibandingkan dengan besaran gerak lurus ditunjukkan oleh Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Hubungan Gerak Lurus dengan Gerak Melingkar

Gerak Lurus (Translasi/Tangensial)		Gerak Melingkar (Rotasi/Angular)		Hubungan
Perpindahan (m)	s	Posisi Sudut (rad)	θ	$s = \theta R$
Kecepatan Translasi (m/s)	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	Kecepatan Sudut (rad/s)	$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$	$v = \omega R$
Percepatan Translasi (m/s ²)	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	Percepatan Sudut (rad/s ²)	$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$	$a = \alpha R$

Adapun periode dan frekuensi benda bergerak melingkar ditunjukkan oleh Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Periode dan Frekuensi

Periode (T)	Frekuensi (f)	1 Putaran penuh (n=1)
Banyaknya waktu yang dibutuhkan dalam 1 kali putaran dengan satuan sekon.	Banyaknya putaran dalam 1 sekon dengan satuan Hz.	$\Delta \theta = 360^\circ = 2\pi n \text{ rad}$ $\omega = \frac{\Delta \theta}{t}$ $\omega = \frac{2\pi n}{t} = \frac{2\pi n}{T} = 2\pi f$
$T = \frac{t}{n}$ $T = \frac{1}{f}$	$f = \frac{n}{t}$ $f = \frac{1}{T}$	

Keterangan:

n : jumlah putaran

t : waktu (*sekon*)

T : perioda (*s*)

f : frekuensi (*Hertz atau Hz*)

Adapun perbandingan ciri-ciri gerak melingkar beraturan (GMB) dan gerak melingkar berubah beraturan (GMBB) disajikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Gerak Melingkar Beraturan dan Gerak Melingkar Berubah Beraturan

Aspek	GMB	GMBB
Ciri-ciri	- Lintasannya berbentuk lingkaran - Besar kecepatan linear tetap, sedangkan arahnya berubah-ubah mengikuti lintasan lingkaran - Nilai dan arah kecepatan sudut tetap - Nilai percepatan sudut nol	- Lintasannya berbentuk lingkaran - Nilai dan arah kecepatan linear berubah-ubah - Nilai kecepatan sudut berubah-ubah dan arahnya tetap - Nilai dan arah percepatan sudut tetap
Kecepatan sudut (ω)	$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = 2\pi f$	$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$
Percepatan sudut (α)	Nol ($\alpha = 0$)	Tetap ($\alpha \neq 0$)
Perpindahan sudut (θ)	$\theta = \theta_0 + \omega t$	$\Delta\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$ $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$
Hubungan ω dan θ	(tidak berubah)	$\omega_{t^2} = \omega_0^2 + 2\alpha\Delta\theta$
Kecepatan linear (v)	$v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow v = 2\pi r f$	$v = \omega r = (\omega_0 + \alpha t)r$ (berubah terhadap waktu)
Percepatan tangensial (a_t)	$a_t = 0$	$a_t = \alpha r$
Percepatan sentripetal (a_s)	$a_s = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2}$	$a_s = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2}$

Adapun pembahasan mengenai gerak melingkar meliputi beberapa submateri berikut.

a. Perpindahan Sudut ($\Delta\theta$)

Perpindahan pada gerak melingkar disebut dengan perpindahan sudut ($\Delta\theta$). Perpindahan sudut ($\Delta\theta$) adalah sudut yang disapu oleh sebuah garis radial mulai dari posisi awal garis θ_0 hingga posisi akhir garis θ . Secara matematis, hubungan tersebut dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0 \quad (1)$$

Arah perpindahan sudut adalah sebagai berikut:

- 1) $\Delta\theta > 0$ untuk putaran berlawanan arah jarum jam
- 2) $\Delta\theta < 0$ untuk putaran searah jarum jam

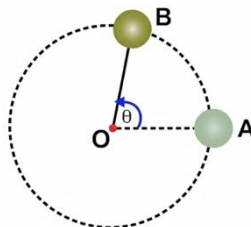
Satuan SI untuk $\Delta\theta$ adalah rad.

Nilai konversi sudut yang ada pada perpindahan sudut adalah sebagai berikut.

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180}{\pi} = 57,3^\circ$$

Derajat, putaran, dan radian merupakan besaran-besaran yang tidak memiliki dimensi. Adapun ilustrasi perpindahan sudut ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Perpindahan Sudut

Sumber: (Josephine, 2020)

Perpindahan sudut adalah besarnya sudut yang menyatakan panjang lintasan suatu benda yang bergerak melingkar dalam selang waktu tertentu atau bisa dikatakan sudut tempuh benda yang bergerak melingkar.

Ada tiga cara mengukur perpindahan sudut $\Delta\theta$, yaitu:

- 1) Mengukur $\Delta\theta$ dalam derajat ($^\circ$), di mana satu putaran penuh sama dengan 360° .

- 2) Mengukur $\Delta\theta$ dalam putaran, di mana satu lingkaran penuh menyatakan satu putaran. Sehingga $1 \text{ putaran} = 360^\circ$.
- 3) Mengukur $\Delta\theta$ dalam radian. Ketika benda bergerak dari A ke B menempuh sudut putar θ dan panjang lintasan s . Jika benda berputar satu putaran penuh maka benda tersebut telah menempuh sudut putaran sebesar 360° . Satuan θ dalam SI adalah radian (rad). Secara matematis, besar sudut dalam radian dirumuskan sebagai berikut:

$$\theta = \frac{2\pi r}{r} rad \rightarrow \theta = 2\pi rad$$

$$2\pi rad = 360^\circ$$

$$1 rad = \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{360^\circ}{2 \times 3,14} = \frac{360^\circ}{6,28} = 57,3^\circ$$

Panjang lintasan yang ditempuh benda tersebut untuk satu lingkaran penuh sama dengan keliling lingkaran ($2\pi r$) dengan r adalah jari-jari lingkaran. Panjang lintasan dan sudut radian berhubungan melalui persamaan berikut:

$$s = 2\pi \text{ dan } \Delta\theta = 2\pi$$

$$\text{Sehingga} \rightarrow s = \Delta\theta r$$

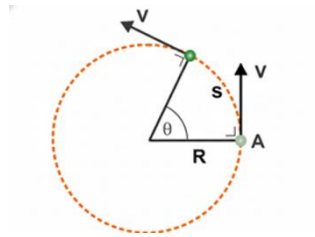
Hubungan perpindahan linear dengan perpindahan sudut

Hubungan antara perpindahan linear pada titik A yang menempuh lintasan lingkaran sejauh x dan perpindahan sudut θ (dalam satuan radian), dinyatakan sebagai berikut:

$$\theta = \frac{x}{r} \text{ atau } x = r\theta \quad (2)$$

b. Kecepatan Linear (Kecepatan Tangensial)

Benda melakukan gerak melingkar beraturan dengan arah gerak berlawanan arah jarum jam dan berawal dari titik A. Selang waktu yang dibutuhkan benda untuk menempuh satu putaran adalah T . Pada satu putaran, benda telah menempuh lintasan linear sepanjang satu keliling lingkaran $2\pi r$, dengan r adalah jarak benda dengan pusat lingkaran (O) atau jari-jari lingkaran. Adapun ilustrasi kecepatan linear ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Kecepatan Linear

Sumber: (Josephine, 2020)

Kecepatan linear (v) merupakan hasil bagi panjang lintasan linear yang ditempuh benda dengan selang waktu tempuhnya. Persamaannya yaitu sebagai berikut.

$$v = \frac{s}{T}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow v = 2\pi r f \quad (3)$$

Keterangan:

s : keliling lingkaran

v : kecepatan linear (m/s)

T : Periode (*sekon*)

f : Frekuensi (*Hertz* atau *Hz*)

c. Kecepatan Sudut (Kecepatan Angular)

Dalam selang waktu $\Delta\theta$, benda telah menempuh lintasan sepanjang busur AB, dan sudut sebesar $\Delta\theta$. Oleh karena itu, kecepatan sudut merupakan besar sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Satuan kecepatan sudut adalah rad/s . Selain itu, satuan lain yang sering digunakan untuk menentukan kecepatan pada sebuah mesin adalah rpm , singkatan dari *rotation per minutes* (rotasi per menit). Kecepatan sudut menyatakan besar sudut yang ditempuh tiap satuan waktu, dirumuskan sebagai berikut.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = 2\pi f \quad (4)$$

Keterangan:

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

2π : Satu putaran lingkaran

v : kecepatan linear (m/s)

T :periode (s)

f : frekuensi (Hz)

Hubungan Kecepatan Linear dengan Kecepatan Sudut

Hubungan antara kecepatan linear dengan kecepatan sudut dapat dirumuskan melalui persamaan berikut.

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{dan} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \omega r \quad (5)$$

d. Percepatan Sudut (α)

Benda yang bergerak melingkar memiliki kecepatan sudut ω , apabila kecepatan sudut semakin semakin besar maka benda akan mengalami percepatan sudut (α). Sehingga percepatan sudut didefinisikan sebagai perubahan kecepatan sudut tiap satuan waktu. Persamaannya yaitu sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} \quad (6)$$

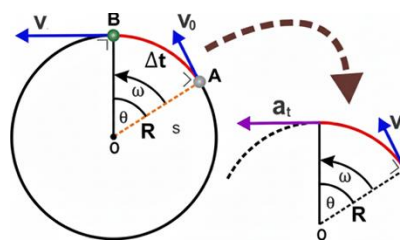
Keterangan:

α : percepatan sudut (rad/s^2)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

t : selang waktu (s)

Adapun ilustrasi percepatan sudut (α) ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Percepatan sudut

Sumber: (Josephine, 2020)

Besar kecepatan linear pada gerak melingkar beraturan adalah nol. Namun, arah kecepatan linear berubah setiap waktu. Perubahan arah ini menyebabkan adanya selisih kecepatan linear. Selisih kecepatan dalam selang waktu tertentu selalu menuju pusat lingkaran. Selisih atau perubahan arah kecepatan linear pada

selang waktu tertentu menyebabkan adanya percepatan yang arahnya selalu menuju pusat lingkaran yang disebut dengan percepatan sentripetal (a_s). Adapun persamaanya sebagai berikut.

$$a_s = \frac{v^2}{r} \text{ dengan } v = \omega r$$

$$a_s = \omega^2 r \text{ karena } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$a_s = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (7)$$

Keterangan:

a_s : percepatan sentripetal (m/s^2)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

T : perioda (s)

v : kecepatan linear (m/s)

Adapun gaya sentripetal merupakan perkalian antara massa benda dan percepatan sentripetal benda atau dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_s = m \cdot a_s = m \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot f}{T^2} \quad (8)$$

Keterangan:

F_s : gaya sentripetal (N)

m : massa benda (kg)

a_s : percepatan sentripetal (m/s^2)

v : kecepatan linear (m/s)

r : jari-jarilintasan (m)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

T : perioda (s)

f : frekuensi putaran (Hz)

e. Percepatan Tangensial

Percepatan tangensial adalah perubahan kecepatan tangensial dalam selang waktu tertentu di mana arah percepatan tangensial selalu menyinggung lintasan putarnya. Jika percepatan tangensial searah dengan kecepatan tangensial maka

benda mengalami percepatan begitupun sebaliknya, jika berlawanan arah maka benda mengalami perlambatan. Rumus percepatan tangensial adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}a_t &= \frac{v - v_0}{\Delta t} \\a_t &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\a_t &= \alpha r\end{aligned}\tag{9}$$

Keterangan:

a_t : percepatan tangensial (m/s^2)

v : kecepatan tangensial pada saat t (m/s)

v_0 : kecepatan tangensial awal (m/s)

Δv : perubahan kecepatan tangensial (m/s)

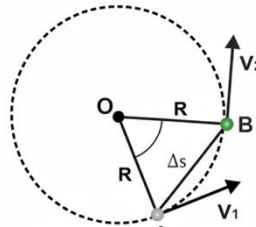
Δt : selang waktu (s)

α : percepatan sudut (rad/s^2)

R : jari-jari lintasan (m)

Hubungan Kecepatan Tangensial Dengan Kecepatan Sudut

Hubungan antara kecepatan tangensial dan kecepatan sudut dalam gerak meingkar ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Hubungan Kecepatan Tangensial dan Kecepatan Sudut

Sumber: (Josephine, 2020)

Besarnya kecepatan linear (v) benda yang menempuh lintasan lingkaran sejauh Δs dalam suatu waktu dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow \text{persamaan 1}$$

Dengan mensubstitusikan $\Delta s = r \Delta \theta$, maka persamaan di atas menjadi:

$$v = \frac{r \Delta \theta}{\Delta t}$$

$$v = r \left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \right)$$

$$v = r\omega \quad (10)$$

Keterangan:

v : kecepatan linear (m/s)

r : jari-jari lingkaran (m)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

Dari persamaan di atas tampak bahwa semakin besar nilai r (semakin jauh suatu titik dari pusat lingkaran), maka semakin besar kecepatan linearnya dan semakin kecil kecepatan sudutnya.

Hubungan antara Percepatan Tangensial dengan Percepatan Sudut

Besarnya percepatan tangensial untuk perubahan kecepatan linear selama selang waktu tertentu dapat kita nyatakan dengan persamaan:

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Dengan mensubstitusikan $\Delta v = r \Delta\omega$, maka persamaan di atas menjadi:

$$a_t = \frac{r\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$a_t = r \left(\frac{\Delta\omega}{\Delta t} \right)$$

$$a_t = r\alpha \quad (11)$$

Keterangan:

a_t : percepatan tangensial (m/s^2)

r : jari-jari lingkaran (m)

α : percepatan sudut (rad/s^2)

Berdasarkan persamaan ini, tampak bahwa semakin jauh suatu titik dari pusat lingkaran maka semakin besar percepatan tangensialnya dan semakin kecil percepatan sudut. Dalam gerak melingkar, terdapat dua jenis percepatan, yaitu percepatan tangensial (a_T) dan percepatan sentripetal (a_s) yang saling tegak lurus. Resultan keduanya membentuk percepatan total, yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$a_{total} = \sqrt{a_T^2 + a_s^2} \quad (12)$$

Keterangan:

a_t : percepatan tangensial (m/s^2)

a_s : percepatan sentripetal (m/s^2)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan rujukan pada penelitian ini, diantaranya yaitu:

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rohmani et al. (2025), menunjukkan bahwa tingkat keterlaksanaan model *Cooperative Problem Solving* (CPS) mencapai 100%, dan umpan balik peserta didik terhadap penerapannya sangat memuaskan dengan persentase 83,95%. Temuan ini mengonfirmasi bahwa model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* memberikan pengaruh terhadap keterampilan bernalar kritis peserta didik. Selanjutnya, hasil penelitian yang dilakukan oleh Wardani et al. (2021) menunjukkan bahwa pengaruh model *Cooperative Problem Solving* dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik tentang materi tekanan memiliki efektivitas sebesar 1,89 tergolong tinggi dibanding kelas kontrol, ditandai dengan perolehan rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Disimpulkan bahwa model *Cooperative Problem Solving* efektif untuk meningkatkan hasil kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi tekanan di SMP Negeri 3 Sungai Raya. Penelitian yang dilakukan oleh Dakhi (2022), hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* dapat meningkatkan kreativitas dan prestasi belajar mahasiswa.

Penelitian oleh Ananda & Mulhamah (2024), hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah peserta didik meningkat secara konsisten. Hal ini berarti pada proses pembelajaran fisika peserta didik tidak hanya mampu memahami konsep secara teoretis, tetapi juga harus mampu mengimplementasikannya dalam menyelesaikan masalah yang lebih kompleks. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Aulia et al. (2022), hasil penelitian menunjukkan bahwa terlihat jelas dari perbandingan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah (KPM) *post-test* mencapai rata-rata 88,81 yang berarti keterampilan pemecahan masalah peserta didik meningkat cukup tinggi. Hasil

analisis oleh Siregar et al. (2022), menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah ini memiliki efek yang baik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Efek positif ini didukung oleh perhitungan *effect size* dari sepuluh artikel yang dianalisis, di menunjukkan *effect size* kategori tinggi (di atas 1,00).

Penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. (2024), menunjukkan bahwa model *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dan tingkat pengetahuan awal masing-masing memberikan pengaruh yang signifikan secara mandiri, keduanya tidak saling bergantung satu sama lain dalam menentukan hasil belajar peserta didik di SMA Negeri 1 Sumatera Utara. Kemudian, penelitian oleh Fauziah et al. (2022), hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi secara bersamaan antara model pembelajaran berbasis masalah dan kemampuan awal terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil ini dibuktikan dengan analisis data ANOVA dua arah yang menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,059. Karena nilai ini lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), maka diputuskan bahwa tidak ada interaksi yang signifikan antara kedua variabel tersebut. Hasil analisis oleh Dinanti (2021), menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran *Reciprocal Teaching* dan pengetahuan awal terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Temuan ini diperoleh melalui analisis data ANOVA dua arah yang menunjukkan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka diputuskan H_0 diterima dan H_a ditolak. Tidak adanya interaksi menunjukkan bahwa pengaruh model pembelajaran *Reciprocal Teaching* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa tidak bergantung pada tingkat pengetahuan awal yang dimiliki oleh siswa.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya terletak pada materi yang digunakan, yaitu materi kinematika gerak melingkar, yang merupakan bagian dari materi kinematika pada mata pelajaran fisika kelas X SMA. Sebagian besar penelitian terdahulu juga belum secara khusus menerapkan model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) pada materi ini. Selain itu, penelitian ini juga meninjau peran dari pengetahuan awal peserta didik sebagai variabel moderator, yang belum banyak dikaji dalam penelitian-penelitian serupa. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengaruh model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS), tetapi juga mengeksplorasi pengetahuan awal peserta didik dapat

memoderasi hubungan antara penerapan model pembelajaran dan keterampilan pemecahan masalah fisika.

2.3 Kerangka Konseptual

Hasil studi pendahuluan didapatkan informasi bahwa pada pembelajaran fisika peserta didik masih menunjukkan keterbatasan dalam keterlibatan aktif selama proses pembelajaran. Banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep-konsep baru dengan pengetahuan yang telah mereka miliki sehingga berdampak pada rendahnya pemecahan masalah. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan melakukan tes keterampilan pemecahan masalah kepada peserta didik juga menunjukkan hasil bahwa keterampilan pemecahan masalah peserta didik tergolong kategori yang rendah.

Solusi untuk mengatasi permasalahan keterampilan pemecahan masalah yang rendah adalah dengan menerapkan model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS). Model pembelajaran CPS berpotensi dapat memengaruhi keterampilan pemecahan masalah, karena melibatkan kelompok kecil untuk menganalisis masalah, merancang strategi, dan memverifikasi solusi, sehingga meningkatkan keterlibatan aktif dan tanggung jawab bersama. Hal ini mendorong refleksi dan keterampilan sistematis dalam pemecahan masalah kompleks.

Berdasarkan tahapannya, model pembelajaran CPS terdiri atas tiga tahap aktivitas pembelajaran yang sejalan dengan tahapan keterampilan pemecahan masalah. Tahap pertama yaitu *opening moves*, peserta didik diperkenalkan dengan konteks permasalahan dan membuat representasi awal. Hal ini sesuai dengan indikator *visualize the problem* karena peserta didik belajar melihat masalah secara utuh. Tahap kedua yaitu *middle game*, peserta didik mengembangkan dan menguji solusi melalui kerja sama aktif. Aktivitas ini sejalan dengan indikator *describe the physics, plan the solution*, dan *execute the plan* karena peserta didik mengaitkan masalah dengan konsep fisika, merancang strategi, lalu mengujinya. Selanjutnya, pada tahap ketiga yaitu *end game*, peserta didik menilai ketepatan hasil, melakukan klarifikasi, dan merefleksikan solusi. Hal ini sesuai dengan indikator *check and evaluate* karena peserta didik meninjau kembali proses serta jawabannya.

Berdasarkan teori yang telah diuraikan, peneliti berargumen bahwa model *Cooperative Problem Solving* (CPS) mempunyai potensi dalam memberikan

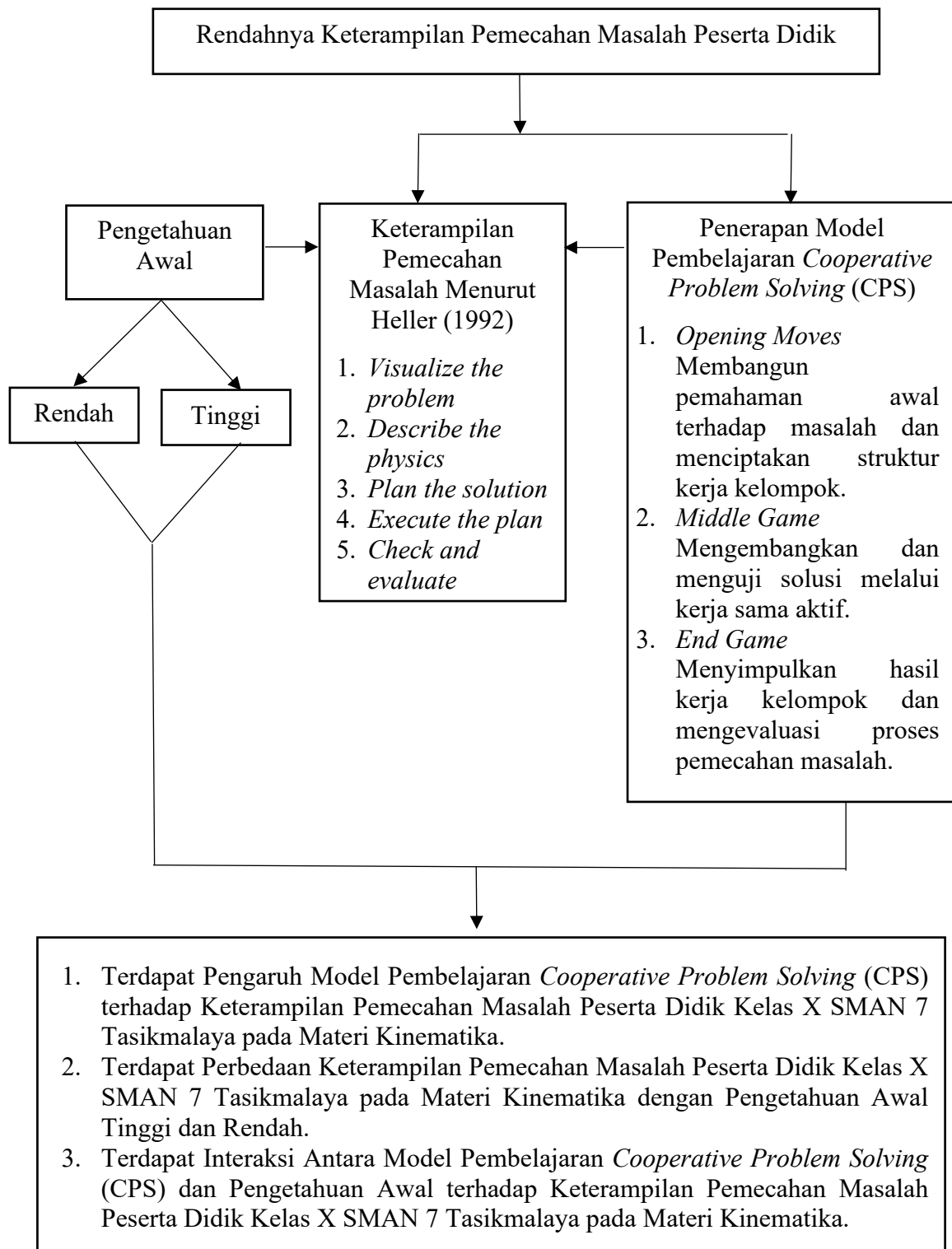
pengaruh positif keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Indikator keterampilan pemecahan masalah yang diuji dalam penelitian ini terdiri dari lima indikator, yaitu *visualize the problem, describe the physics, plan the solution, execute the plan, check and evaluate*. Indikator keterampilan pemecahan masalah tersebut saling berhubungan dengan model pembelajaran CPS pada proses pemecahan masalah.

Selain itu, keterampilan pemecahan masalah dipengaruhi oleh pengetahuan awal peserta didik, yang berfungsi sebagai landasan kognitif untuk memahami konsep baru. Peserta didik dengan pengetahuan awal tinggi cenderung menunjukkan ciri seorang *expert* dalam pemecahan masalah. Mereka mampu mengidentifikasi informasi penting, membangun representasi masalah yang tepat, mengaitkannya dengan konsep fisika, merancang strategi penyelesaian yang efisien, melaksanakan langkah dengan terarah, serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Sebaliknya, peserta didik dengan pengetahuan awal rendah lebih dekat dengan karakteristik *novice*. Mereka sering terpaku pada detail, kesulitan membuat gambaran masalah, dan menggunakan cara coba-coba tanpa meninjau kembali solusi. Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan awal berperan penting dalam membedakan cara peserta didik memecahkan masalah, di mana pengetahuan awal tinggi mendukung pola pikir yang lebih strategis dan reflektif, sedangkan pengetahuan awal rendah cenderung menghasilkan pendekatan yang prosedural dan terbatas.

Dengan demikian, penerapan model *Cooperative Problem Solving* melalui tahapan *opening moves, middle game, dan end game* berperan langsung dalam membimbing peserta didik melalui proses pemecahan masalah secara sistematis. Ketiga tahapan ini mendorong peserta didik untuk memvisualisasikan masalah, mendeskripsikan aspek fisika, merencanakan strategi, mengeksekusi rencana, hingga mengevaluasi hasil. Alur ini menunjukkan bahwa CPS memberikan dukungan struktur kognitif untuk memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah. Oleh karena itu, peneliti menduga bahwa model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah peserta didik.

Selain itu, pengetahuan awal ditempatkan sebagai faktor penting dengan dua kategori, yaitu tinggi dan rendah. Pengetahuan awal berfungsi sebagai fondasi bagi peserta didik dalam memahami masalah, memilih representasi yang tepat, serta menyusun langkah penyelesaian. Peserta didik dengan pengetahuan tinggi diperkirakan lebih mudah mengikuti alur pemecahan masalah menurut Heller, sedangkan peserta didik dengan pengetahuan awal rendah cenderung mengalami hambatan pada tahap awal analisis. Oleh sebab itu, peneliti menduga bahwa terdapat perbedaan keterampilan pemecahan masalah antara peserta didik berpengetahuan awal tinggi dan rendah.

Lebih lanjut, pengaruh model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* diperkirakan tidak sama bagi peserta didik karena perbedaan pengetahuan awal. Peserta didik dengan pengetahuan awal tinggi cenderung lebih cepat memahami langkah-langkah CPS, sedangkan peserta didik dengan pengetahuan awal rendah mungkin memerlukan bantuan lebih. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah dipengaruhi oleh gabungan keduanya, bukan oleh CPS atau pengetahuan saja. Oleh karena itu, peneliti menduga adanya interaksi antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* dan tingkat pengetahuan awal dalam memengaruhi keterampilan pemecahan masalah. Kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

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

- H_{01} : Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* terhadap keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika
- H_{a1} : Terdapat pengaruh model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) terhadap keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika
- H_{02} : Tidak terdapat perbedaan keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika dengan pengetahuan awal tinggi dan rendah
- H_{a2} : Terdapat perbedaan keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika dengan pengetahuan awal tinggi dan rendah
- H_{03} : Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) dan pengetahuan awal terhadap keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika
- H_{a3} : Terdapat interaksi antara model pembelajaran *Cooperative Problem Solving* (CPS) dan pengetahuan awal terhadap keterampilan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMAN 7 Tasikmalaya pada materi kinematika