

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

E-LKPD merupakan lembar kerja yang diintegrasikan dengan media elektronik. Bahan ajar ini dapat diakses melalui desktop komputer, notebook, ataupun smartphone. Selain buku paket dan LKPD cetak, penggunaan E-LKPD sebagai sumber belajar baru memberikan kemudahan akses dan fleksibilitas belajar di mana saja dan kapan saja. E-LKPD sendiri dapat dikerjakan secara digital dan dilakukan secara sistematis serta berkesinambungan selama jangka waktu tertentu (Bizry, 2022).

Berbeda dengan LKPD konvensional yang cenderung bersifat kaku dan hanya memuat teks serta gambar, E-LKPD menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan variatif. Media ini memungkinkan penyisipan konten multimedia seperti animasi, audio, video, serta tautan menuju referensi pembelajaran lainnya yang mendukung pemahaman peserta didik secara lebih menyeluruh. Tidak hanya sebagai sarana latihan, E-LKPD juga memainkan peran penting sebagai media evaluasi dan penguatan konsep yang telah dipelajari oleh peserta didik (Akhir & Paidi, 2025). Dalam konteks pembelajaran fisika, keberadaan E-LKPD terbukti mampu meningkatkan keterampilan peserta didik dalam melakukan pengamatan, analisis, dan pemecahan masalah secara sistematis (Ariyanti, 2024).

Di era perkembangan teknologi saat ini, sebagian besar peserta didik lebih tertarik pada perangkat pembelajaran yang memanfaatkan media komputer, laptop, dan handphone. Peserta didik lebih banyak menggunakan alat elektronik seperti handphone, laptop, dan komputer dalam kehidupan sehari-harinya, sehingga E-LKPD cocok menjadi bahan perangkat penunjang pembelajaran. Pemanfaatan E-LKPD dapat menciptakan interaksi yang lebih efektif antara peserta didik dan guru ketika proses pembelajaran berlangsung (Firtsanianta dan Khofifah, 2022). Hal tersebut dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar.

Penggunaan teknologi dalam penggunaan dan pengembangan E-LKPD tidak hanya mencerminkan pemanfaatan inovasi digital, tetapi juga membawa wajah baru dalam pembelajaran yang lebih disesuaikan dengan diri siswa secara individual sambil memanfaatkan data digital untuk mendukung keputusan pembelajaran secara lebih akurat (Astuti dkk., 2024). Guru sebagai fasilitator dapat memantau perkembangan peserta didik secara langsung, menyesuaikan strategi pengajaran, dan memberikan intervensi tepat waktu (Malini dkk., 2025). Inovasi ini mendukung pendekatan pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat, serta memperkuat pencapaian kompetensi abad ke-21 seperti keterampilan pemecahan masalah, bekerja sama, dan literasi digital (Ledoh, 2025).

Dalam praktiknya, E-LKPD dapat dikembangkan melalui berbagai Platform digital seperti Canva, Anyflip, Liveworksheet, hingga Google Forms. Platform-Platform ini memungkinkan guru untuk merancang E-LKPD yang tidak hanya menarik secara visual tetapi juga responsif terhadap jawaban peserta didik dan memungkinkan pengumpulan data secara otomatis (Ledoh, 2025). Namun, keberhasilan implementasi ini sangat ditentukan oleh kesiapan teknologi dan kompetensi digital baik dari pihak guru maupun peserta didik (Malini, 2025).

Guru memegang peranan utama dalam pengembangan E-LKPD karena mereka bertanggung jawab dalam merancang isi dan tampilan LKPD memperhatikan kesesuaian dengan karakteristik peserta didik serta capaian pembelajaran, termasuk dalam hal pemilihan materi, tata letak visual, dan integrasi fitur interaktif yang menunjang pemahaman terhadap topik yang diajarkan. Pengembangan E-LKPD juga perlu memperhatikan keberagaman gaya belajar dan kesiapan teknologi peserta didik agar tidak menimbulkan kesenjangan digital (Husna, 2025). Oleh karena itu, guru perlu terus mengembangkan kompetensi dalam bidang teknologi pendidikan dan pedagogi digital agar mampu menciptakan media pembelajaran yang inovatif dan efektif (Octaviana, 2022).

Dari berbagai jenis keunggulan yang dimiliki, E-LKPD juga menghadapi berbagai tantangan dalam pengimplementasiannya diantaranya keterbatasan perangkat, ketidakstabilan jaringan internet, serta tingkat kemampuan penggunaan perangkat digital di antara peserta didik. Untuk mengatasi kendala ini diperlukan

dukungan infrastruktur teknologi yang memadai, pelatihan bagi pendidik dan peserta didik dalam literasi digital, serta desain E-LKPD yang adaptif terhadap berbagai perangkat dan kondisi jaringan (Husna dan Siregar, 2025). Selain itu, kolaborasi antara sekolah, orang tua, dan pemangku kebijakan sangat penting guna menciptakan lingkungan belajar yang kondusif, baik secara daring maupun luring (Octaviana, 2022). Dengan upaya tersebut, potensi E-LKPD sebagai media pembelajaran inovatif tetap dapat dioptimalkan meskipun menghadapi keterbatasan teknis di lapangan.

Hasil penelitian beberapa temuan menunjukkan bahwa E-LKPD memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan hasil belajar serta keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Martiani dan Subali (2024) dalam studi mereka mencatat bahwa E-LKPD berbasis STEM berhasil meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep fisika yang kompleks melalui 27 pendekatan yang integratif. Sementara itu, Nurani (2025) melaporkan adanya peningkatan motivasi dan pencapaian hasil berdasarkan laporan pembelajaran berbasis proyek yang memanfaatkan E-LKPD sebagai media utama mampu meningkatkan motivasi dan capaian akademik peserta didik. Selain itu, ELKPD juga terbukti efektif dalam mendukung kegiatan kolaboratif dan reflektif yang berperan penting dalam mengasah keterampilan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah.

Dengan segala potensi dan kontribusinya terhadap transformasi pendidikan, E-LKPD tidak hanya menjadi media pembelajaran inovatif, tetapi juga alat strategis dalam mewujudkan sistem pembelajaran yang lebih adaptif, relevan, dan bermakna (Octaviana, 2022). Keterampilannya dalam menghadirkan pengalaman belajar yang kaya, personal, serta berbasis data menjadikannya sangat relevan dalam pembelajaran fisika yang sarat konsep abstrak dan penalaran logis (Anggraini, 2022). Maka dari itu, integrasi E-LKPD ke dalam pembelajaran bukan hanya sekadar tuntutan zaman serta bentuk integrasi teknologi dalam pembelajaran, melainkan juga langkah konkret dalam membentuk peserta didik yang mandiri, kritis, dan siap menghadapi berbagai tantangan di masa mendatang.

B. Media digital *TopWorksheet*

Perkembangan pesat dalam teknologi informasi telah mendorong inovasi dalam dunia pendidikan, salah satunya melalui pembelajaran berbasis digital. Salah satu inovasi yang berdampak signifikan terhadap aktivitas belajar peserta didik adalah E-LKPD memudahkan peserta didik untuk mengakses materi pelajaran secara fleksibel dan dalam format yang interaktif, yang memungkinkan mereka belajar sesuai waktu dan tempat yang mereka pilih, sehingga mampu meningkatkan motivasi serta pemahaman konsep yang dipelajari (Nurtanto & Suneki, 2024). Salah satu Platform daring yang mendukung penerapan E-LKPD adalah *TopWorksheet*, yang menawarkan solusi efektif dalam digitalisasi lembar kerja.



Gambar 2. 1 Tampilan awal dan fitur *TopWorksheet*.

TopWorksheet adalah sebuah Platform digital berbasis web yang memungkinkan guru untuk mengonversi lembar kerja konvensional menjadi format interaktif. Dengan aplikasi ini, peserta didik dapat melakukan latihan secara mandiri melalui pendekatan yang lebih menyenangkan, sehingga meningkatkan partisipasi aktif mereka dalam kegiatan belajar (Silmi dkk., 2025). Kemudahan penggunaan serta fitur interaktif yang dimiliki *TopWorksheet* menjadikannya media ini juga

menjadi salah satu sarana pembelajaran efektif dalam mendukung pemanfaatan teknologi secara optimal dalam proses pendidikan (Azis, 2025).

Aplikasi *TopWorksheet* dapat digunakan secara gratis dan mendukung berbagai format file, seperti PDF, JPG, atau PNG, yang dapat dikonversi menjadi lembar kerja daring yang responsif dan mudah diakses oleh peserta didik. Selain itu, Platform ini memudahkan guru untuk merancang beragam aktivitas belajar dengan fitur tugas yang bervariasi, seperti soal isian (*written answer*), mencocokkan (*drag and drop*), dan pencarian kata (*wordsearch*) (Asri, 2025).

Salah satu keunggulan utama *TopWorksheet* yaitu fitur penilaian otomatis yang membantu guru dalam memeriksa jawaban peserta didik secara efisien, yang secara signifikan mengurangi beban koreksi manual. Selain itu, Platform digital yang digunakan mendukung akses dari berbagai jenis perangkat, seperti komputer, tablet, hingga ponsel pintar, selama tersedia perangkat digital dan koneksi internet, materi dapat diakses kapan saja dan dari mana saja (Kurniawati, 2025).

C. Model pembelajaran *Simas Eric*

1. Pengertian Model Pembelajaran *Simas eric*

Model pembelajaran *skimming, mind mapping, questioning, exploring, writing, dan communicating (Simas Eric)* ialah suatu model pembelajaran yang inovatif dapat menekankan pada pembelajaran *student centered* melalui kegiatan pembelajaran yang menyenangkan (Sari dkk., 2022). Model pembelajaran *Simas Eric* adalah model pembelajaran yang berpusat pada konsep-konsep dan prinsip-prinsip pokok dari suatu disiplin ilmu, mengikutsertakan peserta didik secara langsung dalam pemecahan masalah dan kegiatan tugas-tugas bermakna serta melibatkan peserta didik supaya bekerja secara mandiri dalam membentuk pengetahuan melalui pengalaman belajar (Syam Pratomo and Nur 2021). Melalui model pembelajaran *Simas Eric* peserta didik dilatih untuk dapat menstielesaikan masalah dengan baik, ilmu yang didapat oleh peserta didik akan lebih lama untuk diingat, dan model pembelajaran ini sangat efektif karena sebagai pusat pembelajaran yang lebih mengutamakan peran peserta didik (Istiqomah, 2021).

Model pembelajaran *Simas Eric* membantu guru untuk melatih peserta didik dalam melakukan perencanaan belajar, memonitoring proses belajar, serta

mengevaluasi hasil belajarnya sendiri (Meria, 2022). Model pembelajaran *Simas Eric* dikembangkan berdasarkan teori belajar konstruktivisme yang berdasarkan pada prinsip bahwa pengetahuan adalah dibuat dari pengalaman. Konstruktivisme adalah aktivitas aktif yang memungkinkan setiap peserta didik dapat membina pengetahuannya, mencari arti dari yang dipelajari, dan merupakan proses dalam menyelesaikan konsep dan ide-ide baru dengan kerangka berpikir yang telah ada dan dimilikinya (Karomah, 2025).

Model pembelajaran *Simas Eric* memiliki beberapa tahapan yaitu, melakukan survey dan membaca cepat pada suatu materi (*skimming*), membuat peta pikiran dari suatu bahan bacaan (*mind mapping*), mengajukan sebuah pertanyaan tingkat tinggi (*questioning*), menelaah materi kembali untuk menjawab pertanyaan atau melakukan eksperimen (*exploring*), menulis jawaban dan materi hasil eksplorasi (*writing*), mengkomunikasikan secara kolaboratif hasil *mindmap*, pertanyaan dan jawabannya (*communicating*) (Istiqomah & Netriwati, 2021).

Model *Simas Eric* sangat relevan dengan kurikulum yang sedang berlaku saat ini jika ditelaah keterkaitannya antara sintaks dan kegiatan belajar aktif yang mengamantkan terlaksananya kegiatan 5M yang meliputi: Mengamati, Menanya, Mengeksplorasi, Mengasosiasi, dan Mengkomunikasikan. Selain itu model ini juga sangat erat kaitannya dengan keterampilan abad 21 yang menuntut guru untuk memasukkan unsur 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, and communication*) ke dalam langkah-langkah pembelajaran yang dilakukannya (Erica Darmawan 2022).

Menurut beberapa pendapat diatas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa model *Simas Eric* adalah model pembelajaran inovatif yang berbasis konstruktivisme, dirancang untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah yang memfokuskan pada keterlibatan aktif peserta didik, membantu mereka memahami materi dengan lebih mendalam melalui aktivitas yang terstruktur dan interaktif.

2. Sintaks Model Pembelajaran *Simas Eric*

Model pembelajaran *Simas Eric* memiliki enam tahapan yang disajikan pada Tabel

2.1.

Tabel 2. 1 Tahapan sintak *Simas Eric* dan contoh aktivitas.

Indikator	Aktivitas pendidik	Aktivitas peserta didik
<i>Skimming</i> (telaah secara cepat)	- Menyajikan ilustrasi serta narasi yang berhubungan dengan fenomena momentum impuls pada kehidupan sehari-hari - Mengarahkan peserta didik untuk memaca dan menganalisis bacaan yang disediakan - meninstruksikan peserta didik untuk membuat ilustrasi fenomena yang terjadi berdasarkan bahanbacaan dan menyertakan vaktor apa saja yang mempengaruhi peristiwa tersebut	- Membaca dan menelaan bacaan yang disediakan - Membuat ilustrasi peristiwa yang terjadi berdasarkan bahan bacaan sebelumnya dan menyertakan variabel yang mempengaruhi peristiwa tersebut.
<i>Mind mapping</i> (membuat peta konsep)	- Mengarahkan peserta didik untuk membuat mind mapping menggunakan alat tulis mengenai materi fisika yang berhubungan dengan acaan sebelumnya dan variabel yang mempengaruhinya - Mengarahkan peserta didik untuk memfoto dan melampirkan mind mapping yang sudah dibuat kedalam E-LKPD	- Membuat mind mapping hubungan konsep fisika dan variabel yang mempengaruhi konsep tersebut. - Memfoto dan malampirkan mind mapping kedalam E-LKPD
<i>Questioning</i> (menanya)	- Mengarahkan peserta didik	- Membuat pertanyaan untuk

Indikator	Aktivitas pendidik	Aktivitas peserta didik
	membuat pertanyaan untuk membuktikan hubungan materi momentum impuls dengan variabel yang mempengaruhinya.	membuktikan hubungan materi momentum impuls dengan variabel yang mempengaruhinya.
<i>Exploring</i> (mendalami materi)	- Mengarahkan peserta didik untuk melakukan eksperimen menggunakan simulasi PhET guna membuktikan pertanyaan yang telah dibuat.	- Melakukan eksperimen menggunakan simulasi PhET
<i>Writing</i> (menulis)	- Mengarahkan peserta didik untuk menuliskan data yang didapat dari eksperimen dan menjawab pertanyaan analisis yang disediakan pada E-LKPD	- Menuliskan data yang didapat dari eksperimen dan menjawab pertanyaan analisis yang disediakan pada E-LKPD
<i>Communicating</i> (mengkomunikasikan)	- Menyediakan poin-poin untuk dipresentasikan oleh peserta didik. - Membimbing peserta didik untuk mempresentasikan hasil analisis dan berdiskusi dengan teman lainnya.	- Mempresentasikan hasil eksperimen dan analisis sesuai dengan poin yang disiapkan

3. Kelebihan dan kekurangan Model Pembelajaran *Simas Eric*

Setiap model pembelajaran memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Kelebihan model pembelajaran *Simas Eric* yaitu:

- Relevansi dengan pembelajaran abad 21: model pembelajaran *Simas Eric* dirancang untuk memenuhi kebutuhan peserta didik di era modern, dengan fokus

pada keterampilan penting seperti kreatif, berpikir kritis dan pemecahan masalah, kolaborasi, dan komunikasi.

- b. Relevansi dengan kurikulum: model ini sangat relevan dengan kurikulum yang berlaku saat ini yang menuntut terlaksananya kegiatan 5M dan berpusat pada peserta didik.
- c. Pemahaman materi yang lebih mudah: melalui struktur yang jelas, peserta didik dapat lebih mudah memahami konsep yang diajarkan.
- d. Peningkatan keterampilan berpikir: model ini mendorong peserta didik untuk mengasah kemampuan berpikir kritis dan membuat keputusan yang tepat dalam berbagai situasi.
- e. Peningkatan keterampilan pemecahan masalah: dengan pendekatan yang menekankan pada berpikir tingkat tinggi, peserta didik lebih siap menghadapi dan menyelesaikan masalah kompleks.
- f. Kolaborasi dalam konstruksi pengetahuan: dengan bekerja sama dalam kelompok, peserta didik belajar dari satu sama lain, sehingga memperkuat pemahaman mereka melalui interaksi sosial.

Adapun kekurangan model pembelajaran *Simas Eric*, diantaranya:

- a. Kesulitan dalam *mind mapping*: banyak peserta didik yang kesulitan membuat peta pikiran yang baik dan benar, yang dapat menghambat proses pemahaman mereka.
- b. Pengembangan terbatas dalam pembelajaran fisika: model ini belum banyak diterapkan dalam konteks pembelajaran fisika, sehingga ada ruang untuk pengembangan lebih lanjut dalam disiplin tersebut.
- c. Waktu yang diperlukan: pelaksanaan model ini mungkin memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan metode lain, yang dapat menjadi tantangan dalam pengaturan waktu pembelajaran.

D. Keterampilan pemecahan masalah

1. Pengertian Keterampilan Pemecahan Masalah

Keterampilan pemecahan masalah merupakan salah satu keterampilan berpikir yang penting untuk dikuasai di abad ke-21. Menurut Polya, (1957) keterampilan pemecahan masalah adalah suatu upaya untuk menemukan solusi

dengan menggunakan kekuatan dan manfaat matematika. Karakteristik peserta didik yang mempunyai keterampilan pemecahan masalah yang baik meliputi kemampuan memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, pelaksanaan penyelesaian masalah dan yang terakhir memeriksa kembali setiap proses dalam tahap penyelesaian masalah.

Keterampilan Pemecahan masalah dapat dipahami sebagai kemampuan peserta didik untuk menerapkan strategi pemecahan masalah secara eksplisit dalam menyelesaikan soal-soal fisika. Keterampilan Pemecahan masalah penting untuk meningkatkan kinerja Pemecahan masalah dalam kelompok atau kolaborasi dibandingkan dengan individu yang bekerja sendiri (Heller dkk., 1991).

Keterampilan pemecahan masalah dianggap sebagai keterampilan yang kompleks karena mencakup berbagai proses berpikir, seperti melakukan pengamatan, memberikan deskripsi, menganalisis, mengelompokkan, menyimpulkan, serta menyusun generalisasi berdasarkan hasil pengolahan data dan informasi. Selain itu, keterampilan ini juga mencakup kemampuan mengidentifikasi masalah, merancang strategi penyelesaian, serta mengevaluasi efektivitas solusi yang telah diterapkan, dengan demikian peserta didik mampu membangun pemahaman yang lebih komprehensif serta mengasah keterampilan berpikir kritis dalam merespons berbagai tantangan yang dihadapi (Fitriyani dkk., 2025).

Penerapan strategi pemecahan masalah sangat sesuai dalam kegiatan pembelajaran karena mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir kritis, bukan hanya menerima materi secara pasif melalui aktivitas mendengarkan, mencatat, atau menghafal. Pendekatan ini mengarahkan peserta didik untuk mencari, menyusun, dan mengevaluasi informasi, mengasah keterampilan berkomunikasi, serta membuat kesimpulan berdasarkan data yang tersedia. Dalam konteks pembelajaran fisika, kemampuan memecahkan masalah menunjukkan kapasitas siswa dalam menentukan serta menggunakan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan fisika (Ayudha & Setyarsih, 2021). Proses ini mencakup langkah-langkah seperti mengidentifikasi masalah,

menghimpun dan mengorganisasi informasi yang relevan, hingga merumuskan solusi berdasarkan prinsip dan konsep yang tepat.

Heller dkk., (1991) merancang sebuah model pemecahan masalah yang lebih mendalam, khususnya untuk pembelajaran fisika. Terdapat lima tahapan utama, yaitu: mengidentifikasi fokus masalah, menghubungkan masalah dengan konsep fisika, merancang strategi penyelesaian, menjalankan rencana tersebut, serta menilai kembali hasil yang diperoleh. Model Heller menekankan pentingnya penggunaan visualisasi dan perencanaan yang sistematis dalam menyelesaikan soal-soal fisika, dimana siswa diharapkan mampu merepresentasikan situasi secara visual untuk memahami konsep-konsep fisika.

2. Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah

Keterampilan yang dimiliki peserta didik dalam pemecahan masalah tentunya berbeda-beda sehingga diperlukan adanya indikator untuk menilai dan mengukur keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Adapun indikator keterampilan pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu indikator menurut keterampilan pemecahan masalah menurut Heller et al., (1991) terdiri dari lima tahapan, diantaranya yaitu:

Tabel 2. 2 Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah.

No	Indikator	SubIndikator
1.	<i>Visualize the problem</i> (Memahami masalah)	▪ Menggambarkan sebuah sketsa dari sebuah situasi. ▪ Mengidentifikasi yang diketahui dan tidak diketahui. ▪ Menulis ulang pertanyaan. ▪ Mengidentifikasi konsep dan prinsip yang sesuai dengan situasi masalah
2.	<i>Describe the problem in physics term</i> (Mendeskripsikan masalah kedalam konsep fisika)	▪ Menuliskan variabel yang diketahui dan tidak diketahui dengan simbol-simbol fisika. ▪ Menuliskan variabel yang diketahui dengan simbol fisika.
3.	<i>Plan a solution</i> (Merencanakan solusi)	▪ Mengidentifikasi konsep dan prinsip fisika yang sesuai dengan keadaan masalah.

No	Indikator	SubIndikator
		Menuliskan prinsip-prinsip secara sistematis ke dalam bentuk matematis
4.	<i>Execute the plan</i> (Menggunakan solusi)	Menyusun nilai-nilai variabel ke dalam persamaan fisika
5.	<i>Check and Evaluate</i> (Memeriksa Kembali dan mengevaluasi solusi)	- Memeriksa apakah solusi lengkap - Memeriksa apakah hasil jawaban masuk akal

E. Keterkaitan model Pembelajaran *Simas Eric* dengan keterampilan pemecahan masalah

Model pembelajaran *Simas Eric* memiliki hubungan yang kuat dengan kemampuan memecahan masalah karena pendekatan ini menitikberatkan pada keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran yang terhubung langsung dengan kehidupan sehari-hari. Dalam pembelajaran berbasis *simas eric* peserta didik tidak hanya berperan pasif dalam proses pembelajaran, melainkan di bentuk untuk aktif terlibat, didorong untuk mengaitkan materi pelajaran dengan pengalaman sehari-hari mereka, mengeksplorasi konsep secara mendalam serta menerapkan nya dalam penyelesaian masalah yang nyata. Proses ini turut mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan reflektif, yang menjadi elemen penting dalam kemampuan memecahkan masalah. Di samping itu, pendekatan *simas eric* juga mendorong adanya pembelajaran yang bersifat kolaboratif dan eksploratif, sehingga memperkuat keterampilan sosial serta kemampuan peserta didik dalam merancang strategi pemecahan masalah secara terstruktur. Oleh karena itu, penerapan model *Simas Eric* secara konsisten dalam proses pembelajaran berpotensi memberikan dampak nyata terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah peserta didik, baik dalam ranah akademis maupun dalam kehidupan sehari-hari

Tabel 2. 3 Keterkaitan Model Pembelajaran *Simas Eric* dengan KPM.

No	Sintak <i>Simas Eric</i>	Keterampilan Pemecahan Masalah	Keterkaitan
1	Skimming (telaah secara cepat)	<i>Visualize the problem</i> (Memahami masalah)	Peserta didik melakukan penelaahan terhadap materi fisika dengan memperhatikan judul,

No	Sintak <i>Simas Eric</i>	Keterampilan Pemecahan Masalah	Keterkaitan
			gambar, tabel, dan ringkasan secara cepat.
2	Mind mapping (membuat peta pikiran)	<i>Describe the problem in physics term</i> (Mendeskrepsikan masalah kedalam konsep fisika)	Peserta didik membuat peta konsep berdasarkan hasil skimming yang menggambarkan hubungan antar konsep fisika
3	Questioning (bertanya)	<i>Plan a solution</i> (Merencanakan Solusi)	Peserta didik mengajukan pertanyaan kritis terkait konsep fisika dan berdiskusi dalam kelompok.
4	Exploring (mendalami materi fisika)	<i>Execute the plan</i> (Menggunakan solusi)	Peserta didik meneliti lebih dalam konsep fisika dan melakukan percobaan untuk menemukan solusi.
5	Writing (menulis)	<i>Visualize & Describe the problem</i> (Memahami dan mendeskripsikan masalah)	Peserta didik mencatat jawaban atas pertanyaan mereka setelah melakukan analisis dan diskusi.
6	Communicating (Mngkomunikasikan)	<i>Check and Evaluate</i> (Memeriksa Kembali dan mengevaluasi solusi)	Peserta didik menyampaikan hasil analisis dan solusi mereka di hadapan kelas, kemudian melaksanakan evaluasi dari hasil yang didapat bersama.

F. Momentum dan impuls

1. Momentum

Momentum merupakan sifat yang dimiliki oleh setiap benda yang bergerak. Momentum juga didefinisikan sebagai tingkat kesukaran untuk menghentikan gerak suatu benda. Semakin besar momentum yang dimiliki suatu benda, maka semakin sulit untuk menghentikannya. Momentum termasuk ke dalam besaran vektor karena memiliki nilai dan arah. Secara matematis dapat ditulis dengan:

$$p = m \cdot v \quad (2.1)$$

keterangan:

p : momentum (kg.m/s)

m : massa benda (kg)

v : kecepatan benda (m/s)

(Giancoli, 2001)

Persamaan tersebut dapat diaplikasikan pada fenomena yang ada, misalkan jika dua buah mobil dengan massa yang sama melaju dengan kecepatan yang berbeda, maka mobil yang memiliki kecepatan yang tinggi akan sulit untuk diberhentikan dibandingkan dengan mobil dengan kecepatan yang rendah. Hal itu dikarenakan mobil dengan kecepatan tinggi memiliki momentum yang lebih besar dibandingkan dengan mobil yang bergerak dengan kecepatan rendah.

2. Impuls

Impuls merupakan hasil kali antara gaya yang bekerja selama tumbukan dengan selang waktu tumbukan. Impuls juga dapat dikatakan sebagai perubahan momentum sebelum dan setelah tumbukan. Persamaan matematis impuls dapat dinyatakan dengan:

$$I = F\Delta t \quad (2.2)$$

keterangan:

I : impuls (Ns)

F : gaya (N)

Δt : selang waktu (s)

(Giancoli, 2001)

Konsep ini menjelaskan bahwa gaya kecil yang bekerja dalam waktu lama dapat memiliki pengaruh yang sama besar dengan gaya besar yang bekerja dalam waktu singkat. Gaya tersebut dinamakan sebagai *gaya impulsif*. Gaya impulsif bernilai nol saat t_1 , kemudian nilainya bertambah secara cepat ketika bergerak menuju puncak dan turun kembali secara drastis ke nol pada saat t_2 . Variasi gaya impulsif terhadap waktu ditunjukkan oleh grafik $F(t)$ pada gambar berikut.



Gambar 2. 2 Grafik gaya Imfulsif

Dalam kehidupan sehari-hari, contoh dari gaya impuls adalah ketika seseorang menendang atau memberikan gaya pada bola maka bola tersebut akan bergerak. Ketika orang tersebut menendang bola maka akan terjadi gaya kontak yang bergerak dalam waktu yang singkat.

3. Hubungan momentum dan impuls

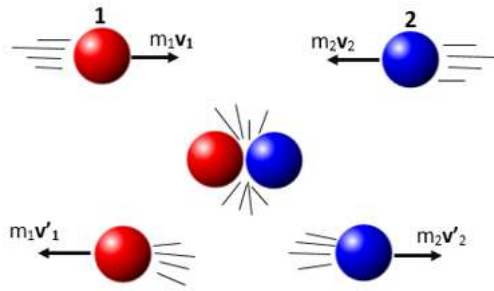
Pada grafik di atas menunjukkan kerja dari gaya impulsif pada suatu bola yang ditendang dengan kecepatan v_0 , dan menghasilkan kecepatan akhir v_1 , berdasarkan hukum II Newton, maka hubungan untuk momentum dan impuls dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.6

$$I = \Delta P = p_1 - p_0 \quad (2.3)$$

Dari persamaan tersebut maka dapat disimpulkan hubungan momentum dan impuls adalah impuls yang dihasilkan dari suatu benda sama dengan perubahan momentum yang dialami benda tersebut (Giancoli, 2001)

4. Hukum Kekekalan Momentum

Misalnya terdapat dua buah benda yang bertumbukan dengan arah yang berbeda dan saling mendekati. Benda 1 memiliki massa m_1 dan benda 2 memiliki massa m_2 bergerak berlawanan arah dengan kecepatan v_1 dan v_2 . Kemudian benda tersebut akan saling bertabrakan seperti Gambar 2.2.



Gambar 2. 3 Ilustrasi Hukum Kekalan Momentum.

Gaya tumbukan benda pada gambar di atas sesuai dengan pernyataan hukum III Newton, yang menyatakan dua bola akan saling mendekat dengan gaya F yang nilainya sama besar hanya arahnya yang berlawanan. Ketika bola bergerak maka akan terjadi impuls dalam interval waktu Δt sehingga:

$$F_1 \Delta t = -F_2 \Delta t \quad (2.4)$$

Dan diketahui $I = F \cdot \Delta t = \Delta p$ maka persamaan tersebut menjadi:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \quad (2.5)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = -(m_1' v_1' - m_2' v_2') \quad (2.6)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1' v_1' + m_2' v_2' \quad (2.7)$$

Dengan demikian hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa “*jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada suatu sistem (sistem tertutup dan terisolasi), maka jumlah momentum sistem sebelum dan sesudah interaksi adalah tetap (kekalan)*”.

5. Tumbukan

Tumbukan merupakan suatu bentuk interaksi antara dua benda yang terjadi dalam selang waktu yang sangat singkat dan mengakibatkan perubahan momentum. Setiap peristiwa tumbukan memiliki karakteristik tersendiri sebagai akibat dari gaya tumbukan tersebut, yang menunjukkan tingkatan perilaku benda saat bertumbukan. Tingkatan ini diukur melalui sifat-sifat seperti kelenturan, kelentingan, dan keelastikan. Untuk menentukan tingkat kelenturan suatu tumbukan, digunakan dua besaran utama, yaitu momentum dan energi kinetik. Secara umum, tumbukan diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu:

a. Tumbukan lenting sempurna

Peristiwa tumbukan yang disebut sebagai lenting sempurna ialah apabila energi kinetik sesudah tumbukan sama dengan energi kinetik sebelum tumbukan. Dalam fenomena tumbukan lenting sempurna, energi sistem tidak ada yang hilang. Dengan demikian, pada fenomena tumbukan lenting sempurna dipenuhi oleh hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik (Giancoli, 2001).

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1' v_1' + m_2' v_2' \quad (2.8)$$

Hukum kekekalan energi kinetik diperoleh:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \quad (2.9)$$

$$v_1' - v_2' = -(v_1 - v_2) \quad (2.10)$$

Berdasarkan persamaan diatas kecepatan dua benda yang bertumbukan memiliki nilai yang sama sebelum dan sesudah terjadi tumbukan hanya arahnya yang berlawanan. Nilai koefisien restitusi (e) pada tumbukan lenting sempurna adalah:

$$e = \frac{v_1' - v_2'}{(v_1 - v_2)} = 1 \quad (2.11)$$

b. Tumbukan Lenting Sebagian

Tumbukan lenting sebagian terjadi pada saat nilai energi kinetik sebelum tumbukan lebih besar daripada nilai energi kinetik setelah tumbukan. Pada saat tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan energi kinetik, yaitu sebagai berikut:

$$E_{k_1} + E_{k_2} > E_{k_1}' + E_{k_2}' \quad (2.12)$$

$$v_1' - v_2' < -(v_1 - v_2) \quad (2.13)$$

Persamaan di atas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$e = \frac{v_1' - v_2'}{(v_1 - v_2)} < 1 \quad (2.14)$$

Dari persamaan tersebut maka koefisien restitusi pada tumbukan lenting sebagian adalah $0 < e < 1$

(Giancoli 2001)

c. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Tumbukan tidak lenting sama sekali adalah tumbukan yang jumlah energi kinetik sebelum dan setelah tumbukan berbeda, kondisi ini menunjukkan pada tumbukan tidak lenting sama sekali momentum sistem terkonservasi sedangkan energi kinetik sistem tidak terkonservasi. Pada tumbukan jenis ini sesaat setelah tumbukan kedua benda bergabung (menempel) kemudian bergerak bersama dengan kecepatan yang sama.

Besar kecepatan setelah tumbukan ditunjukkan oleh persamaan 2.15.

Adapun momentum total sebelum tumbukan dan setelah tumbukan yaitu:

$$(v_1 = v_2 = v') \quad (2.15)$$

Berdasarkan persamaan 2.8 besar kecepatan akhirnya adalah sebagai berikut.

$$e = \frac{v_1' - v_2'}{(v_1 - v_2)} = 0 \quad (2.16)$$

Berdasarkan persamaan 2.18 pada tumbukan tidak lenting sama sekali nilai koefisien restitusi yaitu nol $e = 0$