

BAB II

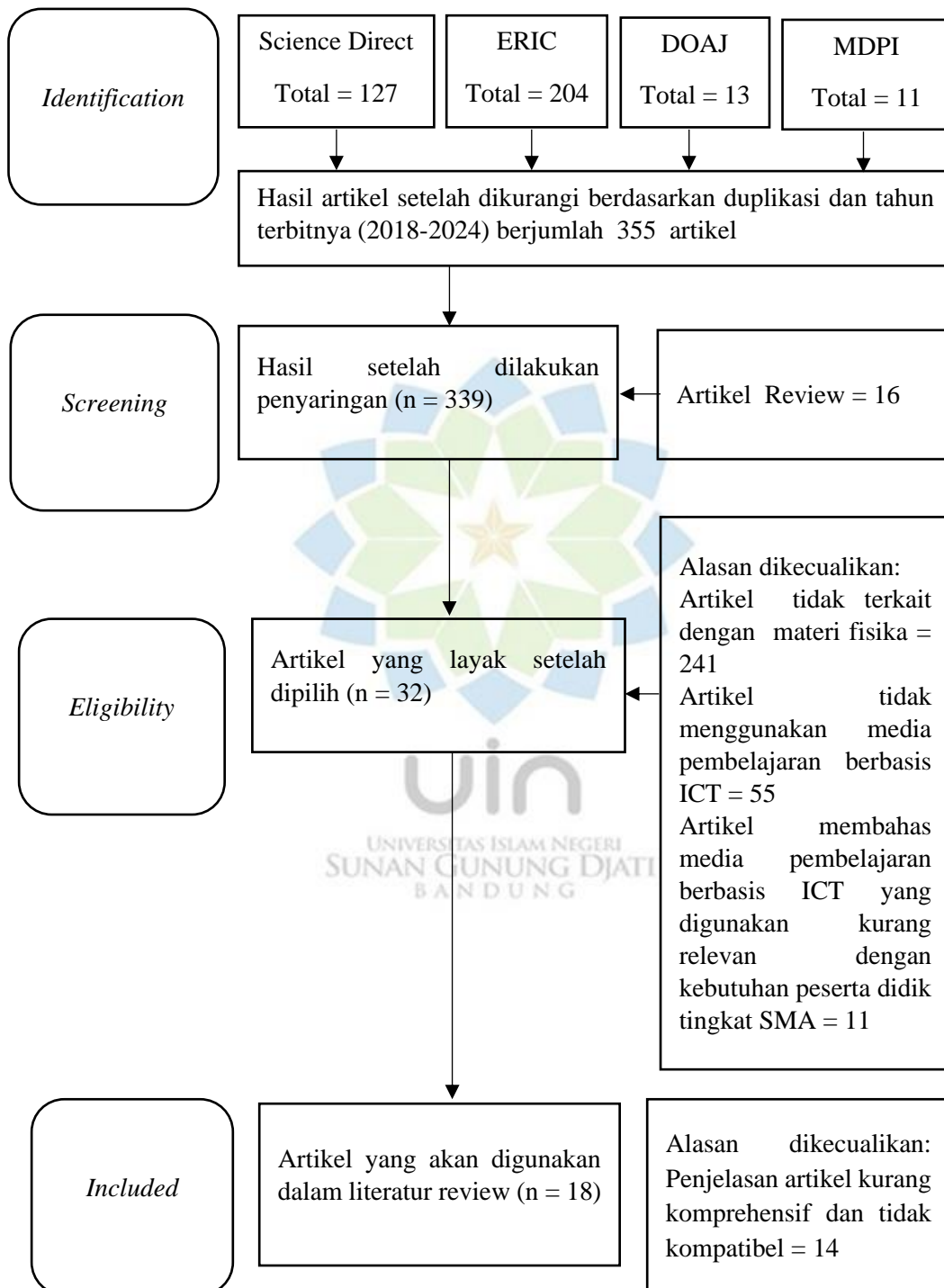
TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Pencarian artikel yang sesuai dengan topik yang dipilih dimulai dengan membuat kata kunci. Kata kunci yang dimasukkan dalam search engine pada database science direct, DOAJ, MDPI, dan ERIC diantaranya “*ICT-Based Physics Learning Media*”, “*Android-Based Physics Learning Media*”, “*STEM-Based Physics Learning Model and Media*”, “*Game-based Physics Learning Media and Motivation*”, and “*HOTS Learning of Work and Energy Material*”. Artikel yang muncul selanjutnya diidentifikasi dengan memperhatikan tahun terbit dan duplikasinya. Artikel yang telah diidentifikasi selanjutnya dipilih berdasarkan pada kriteria jenis artikel, kesesuaian dengan materi fisika, dan media pembelajaran berbasis teknologi yang dibutuhkan oleh peserta didik. Artikel yang tidak menggunakan media pembelajaran berbasis ICT dikeluarkan dari analisis.

Hasil penelusuran artikel ilmiah pada empat *database* yang telah ditentukan memperoleh hasil secara keseluruhan sebanyak 355 artikel. Penelusuran pada Scencedirect mendapatkan artikel sebanyak 127 artikel; ERIC, 204 artikel; DOAJ, 13 artikel; dan MDPI, 11 artikel. Total hasil penelusuran pada tahap identifikasi telah dikurangi berdasarkan duplikasi dan tahun terbitnya. Artikel yang dimasukkan pada tahap selanjutnya merupakan hasil publikasi antara tahun 2018 dan 2024. Artikel yang berjenis *literatur review* berjumlah 16 sehingga total artikel yang masuk pada tahap selanjutnya berjumlah 339 artikel. Berdasarkan hasil analisis kelayakan diperoleh hasil artikel yang tidak terkait dengan materi fisika sebanyak 241, atikel yang tidak berkaitan dengan media pembelajaran berbasis ICT (*Information and Communications Technology*) berjumlah 55 artikel, dan 11 artikel kurang sesuai dengan kebutuhan siswa sekolah menengah atas. Total artikel yang dikeluarkan pada tahap analisis kelayakan berjumlah 307 sehingga yang tersisa hanya 32 artikel saja. Empat belas artikel juga dikeluarkan karena kurang kompatibel dan pembahasannya kurang komprehensif sehingga diperoleh 18 artikel

yang akan di *review*. Hasil pencarian bahan *review* artikel beserta tahapannya disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Hasil Pencarian Tinjauan Pustaka

Berdasarkan hasil studi literatur seperti pada gambar 2.1 ditemukan berbagai penelitian yang relevan terkait dengan masalah ini, yaitu:

1. Penelitian Iqbal dkk. (2024) menunjukkan bahwa model pembelajaran Cooperative, Digital Game, dan Augmented Reality (CAP) secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan motivasi belajar fisika siswa. Model ini valid, praktis, efektif, dan mendapat respons positif karena menciptakan pengalaman belajar interaktif. Penelitian menyoroti pentingnya integrasi teknologi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan potensi model CAP dalam pembelajaran lain. Namun, penelitian ini terbatas pada sampel kecil, satu topik (medan magnet), dan dipengaruhi faktor sosial ekonomi, seperti akses perangkat mobile. Penelitian lanjutan diperlukan untuk hasil yang lebih komprehensif.
2. Penelitian Bayu dkk. (2023) menunjukkan bahwa aplikasi AR yang dikembangkan efektif membantu siswa memahami Hukum Newton dan meningkatkan minat belajar fisika. Interaksi dengan objek 3D seperti bola, mobil, dan roket membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif. Teknologi AR terbukti mampu mengatasi kesulitan memahami konsep fisika yang abstrak, meningkatkan kualitas pembelajaran, serta mendapat respons positif dari siswa terkait kemudahan penggunaan dan keterlibatan belajar. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti sampel kecil, durasi singkat, dan fokus hanya pada Hukum Newton, sehingga hasilnya kurang dapat digeneralisasi. Kendala perangkat keras juga memengaruhi aksesibilitas. Inovasi ini berhasil meningkatkan motivasi siswa, memperkuat pemahaman konsep, dan mengembangkan keterampilan digital melalui penerapan teori fisika dalam situasi nyata.
3. Penelitian Marsi dan Masrudin (2020) menunjukkan bahwa pengembangan Buku Saku Harmonik Osilasi berbasis Android berhasil melalui empat tahap: analisis, desain, pengembangan, dan implementasi, dengan kualitas sangat baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Media ini dinilai praktis dan efektif oleh siswa, serta mampu meningkatkan pemahaman konsep osilasi. Artikel ini menekankan pentingnya pemanfaatan teknologi dalam pendidikan.

Namun, penelitian ini belum membahas tantangan teknis, seperti kompatibilitas perangkat dan versi Android, yang dapat memengaruhi aksesibilitas aplikasi.

4. Penelitian yang dilakukan Fauziah dkk (2023) menunjukkan bahwa modul fisika berbasis STEM-PBL efektif meningkatkan minat, pemahaman, dan usaha siswa dalam belajar, sekaligus membantu pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti pemecahan masalah dan kolaborasi. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, termasuk jumlah sampel yang terbatas, konteks spesifik, kurangnya variasi metode pengumpulan data, serta tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti dukungan orang tua dan kebijakan pendidikan. Selain itu, perbedaan demografis, keterbatasan waktu, dan analisis jangka panjang belum dieksplorasi, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang lebih luas dan mendalam untuk memahami dampak holistik pendekatan STEM-PBL dalam pendidikan fisika.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Edi dkk (2019) mengembangkan Computerized Adaptive Testing (CAT) untuk mengukur Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam fisika pada siswa kelas 10 di Sekolah Menengah Atas di Yogyakarta. CAT yang dikembangkan disebut sebagai PhysTHOTS-CAT. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D yang terdiri dari empat tahap: define, design, development, dan dissemination. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan PhysTHOTS-CAT efektif dalam mengukur kemampuan HOTS dalam fisika pada siswa kelas 10. CAT ini mampu mengidentifikasi tingkat kemampuan siswa dalam analisis, sintesis, evaluasi, dan mencipta. Peluang penelitian yang ada yaitu pengembangan instrumen CAT yang lebih baik, penerapannya di berbagai konteks, studi jangka panjang untuk mengevaluasi dampak HOTS, serta integrasi teknologi seperti aplikasi mobile untuk meningkatkan aksesibilitas.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Dasilva dkk (2019) menunjukkan bahwa aplikasi media dan perangkat pembelajaran mobile learning fisika interaktif berbasis Android layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi; penggunaan media mobile learning fisika interaktif (IPMLM) berbasis android dengan pendekatan pembelajaran scaffolding efektif dalam

meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diukur pada penelitian ini hanya menganalisis dan mengevaluasi sedangkan kemampuan mencipta belum terukur.

7. Penelitian Putranta et al. (2021) mengungkapkan bahwa intensitas penggunaan smartphone dalam pembelajaran fisika tinggi (48,72%), sementara tingkat HOTS siswa tergolong rendah (51,28%), dengan kontribusi penggunaan smartphone terhadap HOTS sebesar 21,07%. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun penggunaan smartphone cukup intensif, kontribusinya terhadap peningkatan HOTS belum optimal, sehingga diperlukan strategi khusus untuk memanfaatkannya secara efektif dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan analisis regresi untuk mengidentifikasi hubungan variabel secara jelas, namun memiliki keterbatasan seperti desain pre-eksperimental tanpa kelas kontrol, lokasi terbatas di Yogyakarta, serta tidak mencakup faktor eksternal seperti motivasi siswa dan dukungan guru.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Aji dan Suparno (2021) hasil eksperimen pada kelas eksperimen menggunakan media android dan pendekatan scaffolding dan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional menunjukkan adanya perbedaan kemampuan HOTS yang signifikan. Penerapan media pembelajaran fisika berbasis Android dengan pendekatan pembelajaran scaffolding berpengaruh baik terhadap kemampuan HOTS siswa. Rekomendasi dari penelitian ini yaitu disarankan untuk melakukan kajian lebih lanjut pada skenario yang keadaannya sudah kembali normal dengan pembelajaran tatap muka.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Tuada dan Suparno (2021) menunjukkan bahwa penggunaan Media Pembelajaran Fisika Interaktif Mobile Berbasis Android dengan pendekatan Scaffolding pada materi Gelombang Suara terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan HOTS siswa. Hal ini terlihat dari hasil uji keefektifan, size-effect, dan besarnya kontribusi efektif yang telah diberikan menunjukkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan scaffolding berbantuan aplikasi IPMLM mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Rekomendasinya yaitu untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan media pembelajaran pada topik lain.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Mathew dkk (2021) menghasilkan temuan analisis kebutuhan modul menunjukkan bahwa guru berpendapat bahwa modul pengembangan HOTS sebaiknya dikembangkan dengan mempertimbangkan berbagai strategi pembelajaran dan menggunakan metode pembelajaran melalui STEM dalam Project Based Learning. Temuan deskriptif menunjukkan bahwa kebutuhan siswa dalam menggunakan modul untuk meningkatkan HOTS cukup tinggi. Uji-t yang dilakukan untuk membandingkan prestasi siswa dari sebelum dan sesudah tes menunjukkan perbedaan skor pra-tes yang signifikan. Nilai post-test membuktikan bahwa metode pembelajaran integrasi STEM melalui Project-Based Learning dapat meningkatkan HOTS siswa. Rekomendasi bagi penelitian selanjutnya disarankan agar wawancara diperluas ke peserta penelitian dari sekolah lain.
11. Penelitian yang dilakukan oleh Latifah dkk (2020) menyatakan bahwa penilaian terhadap media pembelajaran interaktif berbasis HOTS menggunakan aplikasi lectora inspire mendapat kriteria sangat baik oleh dengan hasil penilaian ahli materi sebesar 98%, penilaian ahli media sebesar 94%, respon pendidik sebesar 85% dan respon peserta didik dalam uji coba kelompok kecil sebesar 84% serta uji kelompok besar sebesar 86%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis HOTS menggunakan aplikasi lectora inspire dapat digunakan sebagai media pembelajaran.
12. Penelitian yang dilakukan Tuada dan Suparno (2021) menggunakan media pembelajaran fisika berbasis Android dengan pendekatan scaffolding untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa pada materi Gelombang Bunyi. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil pre-test dan post-test. Media pembelajaran ini terbukti membantu siswa memahami konsep kompleks dan mendorong pemikiran kritis. Namun, penelitian ini terbatas pada jumlah sampel yang kecil dan hanya dilakukan di satu sekolah, sehingga hasilnya sulit untuk digeneralisasi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan

media yang lebih variatif dan menguji efektivitasnya dalam berbagai konteks pendidikan untuk mendapatkan data yang lebih luas dan mendalam.

13. Penelitian yang dilakukan oleh Asmilyah dkk (2021) berdasarkan hasil uji kelayakan yang dilakukan ahli desain, ahli media, dan ahli konten serta uji keefektifan secara langsung menggunakan produk dengan tujuan yang nyata, diperoleh hasil bahwa aplikasi mobile dengan pendekatan STEM layak dan efektif digunakan dalam memfasilitasi pembelajaran fisika.
14. Penelitian yang dilakukan oleh Makhrus dkk (2022) bertujuan mengembangkan media pembelajaran dan tes online HOTS berbasis *smartphone* Android pada topik kerja dan energi dalam fisika. Proses pengembangan meliputi tahap perencanaan, produksi, dan evaluasi dengan menggunakan perangkat lunak seperti Power Point dan iSpring Suite 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa, mendukung pembelajaran mandiri, dan tes online HOTS memberikan data valid tentang kemampuan siswa. Media berbasis *smartphone* ini mempermudah akses belajar sekaligus menjadikannya lebih menarik dan interaktif.
15. Penelitian yang dilakukan oleh Pramadanti dkk (2021) menunjukkan bahwa hasil validitas media pembelajaran fisika menggunakan *smartphone* dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dinyatakan sangat valid, dan hasil keefektifan dinyatakan sangat efektif sehingga layak untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran serta dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir dan hasil belajar peserta didik.
16. Penelitian yang dilakukan oleh Dian dan Insih (2024) menggunakan model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Android yang efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa fisika, dengan umpan balik positif terkait aksesibilitas dan interaktivitas. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran fisika terbukti mampu mengatasi kendala seperti pemahaman materi yang rendah akibat metode pengajaran yang monoton. Namun, keterbatasan penelitian ini mencakup jumlah sampel yang kecil,

pelaksanaan di satu lokasi, dan tidak dieksplorasi dampak jangka panjang. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan media yang lebih variatif dan menguji efektivitasnya dalam berbagai konteks pendidikan.

17. Penelitian yang dilakukan oleh Lalu dan Muhammad (2023) menggunakan model pengembangan 4-D (*Define, Design, Development, Dissemination*) yang dilaksanakan di beberapa madrasah di Lombok, dengan data dikumpulkan melalui kuesioner dan tes pilihan ganda untuk mengukur kemampuan Higher Order Thinking Skills (HOTS) siswa. Hasil menunjukkan bahwa e-module berbasis kearifan lokal yang didukung aplikasi Android secara signifikan meningkatkan kemampuan HOTS siswa dibandingkan metode konvensional. E-module ini tidak hanya mempermudah pemahaman materi fisika tetapi juga mengintegrasikan nilai-nilai lokal, menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan menarik.
18. Penelitian yang dilakukan oleh Siti dan Suparno (2024) menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan dalam kemampuan HOTS siswa setelah perlakuan, yang terlihat dari perbandingan skor pretest dan posttest. Penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis Android dapat memfasilitasi siswa dalam memahami konsep-konsep fisika secara lebih mendalam dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses belajar. Aplikasi pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan HOTS siswa dalam materi gelombang cahaya. Penelitian ini tidak mengeksplorasi faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi efektivitas pembelajaran, seperti motivasi siswa dan dukungan dari guru. Peluang untuk penelitian selanjutnya dapat mencakup pengembangan aplikasi untuk materi pelajaran lain dan pengujian di berbagai lingkungan pendidikan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dampak pembelajaran berbasis teknologi.

Hasil studi literatur dari berbagai artikel menunjukkan adanya sejumlah kesamaan dan perbedaan yang relevan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.. Persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu diantaranya:

1. Berfokus pada pengembangan media pembelajaran aplikasi Android berbasis STEM tetapi variabel yang diteliti berbeda. Pengembangan aplikasi Android yang dikembangkan pada penelitian terdahulu membahas variabel seperti hasil belajar peserta didik, kemampuan pemecahan masalah, keterampilan berpikir kritis, kemampuan berpikir logis, dan motivasi belajar peserta didik (Herlina & Rosidin, 2020; Mafaza et al., 2022).
2. Berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi tetapi media yang digunakan berbeda. Penelitian terdahulu membahas terkait pengembangan media *lectora inspire*, ebook, dan media mobile learning berbasis scaffolding untuk meningkatkan HOTS peserta didik sedangkan pada penelitian ini media yang digunakan dibuat oleh App Inventor dan kemampuan yang diukur yaitu ranah kognitif menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Pramadanti et al., 2021).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan memiliki berbagai keterbatasan seperti media pembelajaran aplikasi android yang digunakan hanya dikembangkan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis, berpikir logis, atau motivasi belajar saja. Aplikasi Android berbasis STEM yang menggabungkan semua komponen tersebut belum dikembangkan. Kebaruan yang lain dari penelitian ini yaitu terletak pada desain pembelajaran dan medianya. Desain pembelajaran diintegrasikan dengan teknologi aplikasi android yang didalamnya mengintegrasikan komponen STEM. Aplikasi android yang dibuat dilengkapi dengan multimedia interaktif seperti simulasi PhET. Desain pembelajaran fisika menggunakan aplikasi android berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik ini belum pernah dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu.

B. Landasan Teori

Perkembangan teknologi digital yang pesat membawa dampak signifikan terhadap dunia pendidikan. Pemanfaatan perangkat mobile, seperti *smartphone* berbasis Android, membuka peluang besar untuk menciptakan media pembelajaran inovatif yang mendukung proses belajar mengajar (Jiang, 2022; Park, Li, & Niu,

2023). Pembelajaran fisika, khususnya pada topik usaha dan energi, sangat cocok untuk diterapkan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan ini membantu peserta didik memahami konsep secara mendalam sekaligus melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan kreasi. Media pembelajaran berbasis teknologi juga memiliki potensi untuk meningkatkan motivasi belajar melalui pengalaman yang interaktif dan menarik. Aplikasi Android berbasis STEM pada materi usaha dan energi dirancang untuk menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi aplikasi tersebut dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan motivasi belajar peserta didik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi yang inovatif (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022).

1. Media Pembelajaran Fisika Aplikasi Android dan STEM

Media pembelajaran berbasis aplikasi Android merupakan salah satu inovasi dalam dunia pendidikan yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi. Media ini didefinisikan sebagai perangkat lunak yang dirancang untuk mendukung proses pembelajaran dengan menyajikan materi secara interaktif melalui perangkat berbasis Android. Aplikasi pembelajaran berbasis Android memungkinkan peserta didik untuk mengakses konten belajar kapan saja dan di mana saja, sehingga memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran. Fitur-fitur seperti animasi, simulasi, video, dan kuis interaktif menjadikan aplikasi ini mampu menyajikan konsep-konsep abstrak dengan cara yang lebih mudah dipahami dan menarik minat peserta didik, khususnya pada mata pelajaran fisika yang membutuhkan visualisasi konsep (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022).

MIT App Inventor merupakan salah satu platform yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis Android secara mudah dan efisien. Platform ini dirancang untuk mendukung proses pembuatan aplikasi tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang kompleks. Melalui antarmuka berbasis *drag-and-drop*, pengguna dapat merancang aplikasi menggunakan blok kode yang intuitif. MIT App Inventor memungkinkan pengembangan aplikasi yang

mendukung integrasi elemen-elemen STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Melalui *platform* ini, pengembang dapat menciptakan simulasi, kuis interaktif, dan eksperimen virtual yang membantu peserta didik memahami konsep fisika secara aplikatif dan menyeluruh (Amalia & Wahyuni, 2020).

Pendekatan STEM semakin memperkuat keunggulan media pembelajaran berbasis Android. STEM mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika ke dalam proses pembelajaran untuk memecahkan masalah secara sistematis. Aplikasi berbasis Android yang dirancang menggunakan MIT App Inventor dapat menggabungkan elemen-elemen STEM melalui fitur simulasi eksperimen fisika, seperti analisis energi dalam sistem tertutup, pengukuran usaha, atau visualisasi hukum kekekalan energi. Integrasi ini tidak hanya mendukung pembelajaran berbasis konteks, tetapi juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), termasuk analisis, evaluasi, dan kreasi (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022).

Keunggulan aplikasi pembelajaran berbasis Android dengan pendekatan STEM yang dikembangkan melalui MIT App Inventor terletak pada kemampuan untuk menyediakan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif. Penggunaan media berbasis Android dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik melalui penyajian materi yang relevan dan kontekstual. MIT App Inventor memudahkan integrasi elemen-elemen STEM, seperti eksperimen yang melibatkan pengukuran langsung menggunakan perangkat sensor pada *smartphone*. Selain itu, aplikasi berbasis STEM memungkinkan peserta didik untuk mengaitkan teori fisika dengan aplikasi praktis di kehidupan sehari-hari, sehingga memperkuat pemahaman konsep (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022).

Meskipun memiliki banyak keunggulan, pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Android melalui MIT App Inventor dengan pendekatan STEM juga menghadapi beberapa tantangan. Ketergantungan pada perangkat dan koneksi internet menjadi salah satu hambatan utama, terutama di wilayah yang memiliki keterbatasan infrastruktur teknologi. Platform MIT App Inventor juga memiliki keterbatasan untuk pengembangan fitur kompleks yang membutuhkan pengolahan data tingkat lanjut. Namun, dengan perencanaan yang matang dan

fokus pada desain aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, media ini dapat dioptimalkan untuk mendukung pembelajaran yang interaktif, relevan, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21. Integrasi teknologi, khususnya berbasis STEM, melalui media pembelajaran berbasis Android merupakan langkah strategis dalam transformasi pendidikan menuju era digital yang inklusif dan inovatif (Yennita, Zulirfan, & Hermita, 2022).

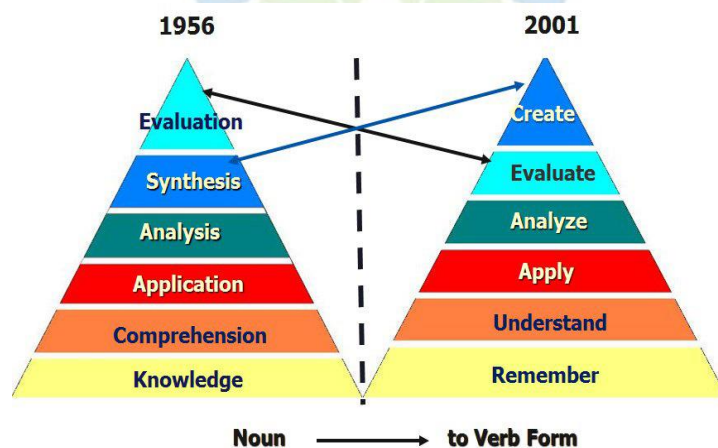
Tantangan pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Android menggunakan pendekatan STEM, khususnya pada materi usaha dan energi, dapat diatasi dengan mengintegrasikan konsep-konsep fisika secara praktis dan interaktif dalam fitur aplikasi. Aplikasi dirancang agar dapat berfungsi tanpa koneksi internet, menyediakan simulasi eksperimen yang menggambarkan hukum-hukum dasar usaha dan energi, seperti hukum kekekalan energi atau hubungan antara usaha, gaya, dan perpindahan. Sensor pada perangkat Android, seperti akselerometer, dimanfaatkan dalam mengukur perubahan energi kinetik dan potensial dalam eksperimen simulasi. Pemrograman tepat menggunakan MIT App Inventor menghasilkan visualisasi grafik yang menggambarkan hubungan antara usaha yang dilakukan dan perubahan energi pada suatu sistem, memungkinkan siswa mengeksplorasi dan memahami konsep secara lebih mendalam. Kolaborasi antara guru dan pengembang memastikan aplikasi sesuai kurikulum dan memanfaatkan perangkat yang tersedia di sekitar siswa, mengatasi hambatan terkait infrastruktur terbatas. Evaluasi aplikasi secara terus-menerus memungkinkan perbaikan fitur-fitur yang lebih relevan, menjadikan aplikasi berbasis Android sebagai alat efektif dalam mengajarkan materi usaha dan energi secara kontekstual dan menyeluruh sesuai tuntutan kurikulum.

2. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Keterampilan berpikir tingkat tinggi melibatkan proses kognitif yang kompleks, seperti analisis, evaluasi, dan penciptaan, yang melampaui sekadar menghafal informasi atau memahami dasar-dasar materi. Dalam pembelajaran fisika, peserta didik dituntut untuk tidak hanya mengingat rumus atau definisi, tetapi juga memahami konsep secara mendalam, menerapkan prinsip ilmiah dalam berbagai konteks, dan menyelesaikan masalah secara kreatif. Kemampuan ini

mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan kritis dalam mengembangkan ide serta merumuskan solusi (Anderson & Krathwohl, 2015).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diusulkan oleh Benjamin Bloom telah mengalami perubahan yang dilakukan oleh Lorin W. Anderson dan David Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2015: 39). Perubahan tersebut melibatkan penggantian kata benda dengan kata kerja, karena taksonomi Bloom pada dasarnya menggambarkan proses berpikir. Penggunaan kata benda cenderung menggambarkan hasil akhir tanpa mencerminkan aktivitas berpikir itu sendiri (Anderson & Krathwohl, 2015: 39-46). Selain itu, perubahan juga terjadi dalam versi revisi taksonomi Bloom, di mana Krathwohl menempatkan kemampuan mencipta pada tingkat tertinggi dan menurunkan kemampuan menilai satu tingkat lebih rendah, seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 2 Pergeseran Taksonomi Blomm

(Anderson & Krathwohl, 2015: 39-46).

Analisis dalam pembelajaran fisika melibatkan kemampuan untuk memecah masalah atau fenomena fisika menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana dan memahami hubungan antar bagian tersebut. Misalnya, saat mempelajari konsep energi, peserta didik perlu mengurai hubungan antara gaya, jarak, dan usaha, serta memahami bagaimana perubahan energi terjadi dalam sistem. Analisis memungkinkan peserta didik menggali konsep secara mendalam dan menemukan solusi yang lebih tepat untuk berbagai masalah fisika. Selain itu, keterampilan analitis ini juga membantu peserta didik dalam mengembangkan

kemampuan berpikir kritis, mengidentifikasi asumsi yang mendasari suatu fenomena, serta mengevaluasi dampak dari perubahan dalam sistem fisika. Dengan demikian, pembelajaran fisika tidak hanya sebatas menghafal rumus, tetapi juga melibatkan pemahaman yang lebih kompleks tentang bagaimana konsep-konsep fisika bekerja dalam kehidupan sehari-hari.

Evaluasi mencakup kemampuan untuk menilai informasi atau argumen berdasarkan kriteria tertentu. Penilaian ini harus disertai dengan justifikasi atau keputusan yang tepat. Dalam fisika, peserta didik perlu mengevaluasi hasil eksperimen, memilih model atau pendekatan yang tepat untuk menyelesaikan masalah, serta menilai kesesuaian teori dengan data yang ada. Misalnya, dalam eksperimen mengenai hukum kekekalan energi, peserta didik dapat mengevaluasi apakah hasil eksperimen sesuai dengan teori yang ada dan mengidentifikasi potensi kesalahan dalam pengukuran atau analisis (Anderson & Krathwohl, 2015).

Mencipta melibatkan kemampuan untuk menghasilkan ide atau solusi baru yang belum ada sebelumnya. Dalam pembelajaran fisika, mencipta berarti merancang eksperimen baru, mengembangkan model atau simulasi, atau memecahkan masalah fisika dalam konteks yang lebih kompleks. Proses mencipta mendorong peserta didik menghubungkan berbagai konsep yang telah dipelajari dan menerapkannya dalam situasi yang lebih dinamis. Misalnya, peserta didik bisa merancang sistem energi terbarukan berdasarkan prinsip-prinsip fisika yang dipelajari (Anderson & Krathwohl, 2015).

Penerapan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran fisika bertujuan mengembangkan kapasitas kognitif peserta didik agar mereka tidak hanya dapat mengingat atau memahami informasi, tetapi juga menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari serta memecahkan masalah yang lebih kompleks. Metode pembelajaran berbasis proyek, eksperimen, dan simulasi menjadi kunci dalam mengembangkan kemampuan analisis, evaluasi, dan penciptaan yang dibutuhkan dalam pembelajaran fisika (Anderson & Krathwohl, 2015).

Indikator untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi dan contoh kegiatan pembelajarannya peserta didik menurut Krathwohl disajikan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 1 Indikator Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

No	Ranah Kognitif	Indikator dan Contoh Proses Pembelajaran
1	Menganalisis	<p>a. Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya. Contohnya peserta didik menganalisis hubungan besaran-besaran fisis usaha dan energi seperti gaya, perpindahan, percepatan, dan sudut yang dibentuknya pada gambar yang disajikan.</p> <p>b. Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit. Contohnya peserta didik mengenali faktor penyebab perbedaan beberapa gambar orang melakukan usaha dan dampak yang ditimbulkannya.</p> <p>c. Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan. Contohnya peserta didik merumuskan pertanyaan terkait bagaimana hubungan antara usaha dan energi.</p>
2	Mengevaluasi	<p>a. Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya. Contohnya peserta didik memberikan penilaian terkait kebenaran prosedur pelaksanaan praktikum yang dibuat dalam menganalisis energi mekanik.</p> <p>b. Membuat hipotesis, mengkritik, dan melakukan pengujian. Contohnya peserta didik membuat hipotesis dari rumusan masalah pada materi usaha dan energi yang telah mereka buat.</p> <p>c. Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Contohnya peserta didik menolak pernyataan energi bersifat tidak kekal atau energi tidak dapat berubah bentuk berdasarkan hasil simulasi PhET.</p>
3	Mencipta	<p>a. Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu. Contohnya peserta membuat generalisasi hubungan antara usaha, energi kinetik, dan energi potensial dalam berbagai kondisi fisik tertentu.</p> <p>b. Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah. Contohnya peserta didik merancang suatu cara untuk membuat alat peraga perubahan bentuk energi yang minimal ada tiga kali perubahan.</p> <p>c. Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya. Contohnya peserta didik membuat desain gambar alat peraga yang menyatukan beberapa komponen dengan tepat sehingga terjadi perubahan bentuk energi yang efektif dan efisien.</p>

(Anderson & Krathwohl, 2015).

3. Motivasi Belajar Peserta Didik

Motivasi belajar fisika dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang salah satunya adalah pemahaman siswa tentang pentingnya fisika dalam kehidupan sehari-hari. Teori motivasi yang relevan dalam pembelajaran fisika adalah teori motivasi yang dikemukakan oleh Uno (2022) yang menekankan pada berbagai indikator motivasi belajar. Teori ini membahas motivasi sebagai dorongan untuk mencapai tujuan dalam proses belajar dan bagaimana hal ini berhubungan dengan pencapaian hasil belajar yang optimal. Uno (2022) mengidentifikasi beberapa indikator motivasi belajar yang mencakup:

- a. Keinginan dan kemauan untuk berhasil, indikator ini menggambarkan sejauh mana siswa memiliki niat dan usaha untuk mencapai keberhasilan dalam belajar, baik itu dalam memahami konsep fisika, menyelesaikan masalah, atau meraih prestasi akademik yang lebih tinggi. Motivasi ini dapat dipengaruhi oleh pengalaman belajar sebelumnya, persepsi siswa terhadap kemampuan diri, dan dukungan dari lingkungan belajar.
- b. Dorongan dan kebutuhan untuk belajar, motivasi belajar juga dipengaruhi oleh dorongan internal siswa untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru. Dalam fisika, dorongan ini dapat muncul ketika siswa merasa tertantang oleh topik-topik yang diajarkan dan ingin memahami bagaimana hukum-hukum alam bekerja untuk menjelaskan fenomena yang terjadi di sekitar mereka. Kebutuhan untuk belajar sering kali berkaitan dengan rasa ingin tahu dan ketertarikan terhadap dunia fisika.
- c. Harapan dan aspirasi di masa depan, siswa yang memiliki motivasi belajar yang tinggi cenderung memiliki pandangan yang jelas tentang tujuan mereka di masa depan dan bagaimana pembelajaran fisika dapat membantu mencapai tujuan tersebut. Dalam hal ini, motivasi untuk belajar fisika berkaitan dengan bagaimana siswa melihat relevansi fisika dengan karier atau kehidupan mereka di masa depan. Misalnya, mereka yang bercita-cita menjadi insinyur, ilmuwan, atau profesional di bidang teknologi akan lebih termotivasi untuk belajar fisika dengan lebih serius.

- d. Penghargaan dalam belajar fisika dapat berwujud dalam berbagai bentuk, seperti pujian dari guru, prestasi akademik, atau pengakuan dari teman sebaya. Motivasi ini berfokus pada penghargaan eksternal yang diterima siswa sebagai hasil dari usaha dan pencapaian mereka dalam pembelajaran fisika. Meskipun penghargaan ini lebih bersifat ekstrinsik, namun tetap memiliki peran penting dalam menjaga motivasi siswa, terutama bagi mereka yang baru memulai atau yang membutuhkan dorongan eksternal.
- e. Kegiatan pembelajaran yang menarik dan menyenangkan dapat meningkatkan motivasi siswa untuk lebih aktif dalam mempelajari fisika. Aktivitas seperti praktikum, simulasi fisika, atau pembelajaran berbasis proyek dapat mendorong keterlibatan siswa dalam proses belajar serta membantu mereka memahami konsep-konsep fisika dengan lebih mendalam. Keterlibatan siswa dalam aktivitas yang menyenangkan ini akan meningkatkan motivasi intrinsik mereka.
- f. Lingkungan pembelajaran yang mendukung, baik itu secara fisik maupun sosial, berperan penting dalam membentuk motivasi belajar siswa. Lingkungan yang aman, nyaman, dan bebas dari gangguan dapat meningkatkan konsentrasi siswa dalam memahami materi fisika. Selain itu, hubungan yang baik antara siswa dan guru, serta dukungan teman-teman sebaya, juga dapat mempengaruhi motivasi belajar mereka (Uno, 2022).

Motivasi belajar memegang peranan penting dalam pembelajaran fisika, terutama karena mata pelajaran ini sering dianggap sebagai tantangan besar. Banyak siswa melihat fisika sebagai subjek yang sulit dipahami karena konsep-konsepnya yang abstrak serta membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang hukum-hukum alam. Motivasi belajar yang tinggi menjadi kunci agar siswa tidak hanya mampu mengatasi kesulitan dalam pembelajaran fisika, tetapi juga dapat mengembangkan pemahaman yang lebih dalam mengenai materi tersebut. Siswa yang memiliki motivasi tinggi cenderung lebih gigih dalam berusaha memahami konsep-konsep fisika yang sulit. Mereka berupaya mencari solusi dan mengatasi tantangan yang muncul dalam proses pembelajaran (Uno, 2022).

Indikator "keinginan dan kemauan untuk berhasil" dalam motivasi belajar, menurut Uno (2022), tercermin dari sikap siswa yang tidak cepat menyerah saat

menghadapi soal-soal yang sulit. Ketika siswa menemukan materi atau soal yang menantang, mereka berusaha mencari referensi tambahan, seperti buku atau video pembelajaran, untuk membantu mereka memahami topik yang belum dikuasai. Mereka berkomitmen untuk mengatasi kesulitan tersebut dengan tekun. Keinginan untuk berhasil ini juga tercermin dalam upaya mereka meningkatkan kemampuan diri, baik dalam memahami teori fisika maupun dalam mengaplikasikan konsep-konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari (Uno, 2022).

Indikator lain yang berpengaruh adalah "aktivitas pembelajaran yang menarik". Aktivitas yang menarik, seperti eksperimen atau simulasi fisika berbasis teknologi, dapat menarik perhatian siswa dan mendorong mereka untuk lebih terlibat dalam pembelajaran. Simulasi berbasis komputer, misalnya, memungkinkan siswa untuk mengamati dan berinteraksi dengan konsep-konsep fisika secara lebih visual dan interaktif. Kegiatan ini mendorong siswa untuk tidak sekadar menerima informasi secara pasif, tetapi turut aktif dalam eksperimen yang memungkinkan mereka memahami konsep fisika dengan cara yang lebih menarik dan sesuai dengan pengalaman mereka (Uno, 2022).

Perkembangan teknologi pendidikan memberikan peluang besar dalam memperkaya pengalaman belajar fisika. Teknologi, seperti perangkat lunak simulasi, video pembelajaran interaktif, dan eksperimen virtual, memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep-konsep fisika secara lebih praktis dan mendalam. Misalnya, simulasi fisika dapat menggambarkan hukum gerak Newton atau hukum kekekalan energi. Melalui simulasi, siswa dapat mengamati bagaimana perubahan variabel tertentu memengaruhi hasil eksperimen dalam kondisi yang aman dan terkendali. Hal ini memberi siswa kesempatan untuk menguji hipotesis mereka sendiri, yang memperdalam pemahaman mereka tentang konsep-konsep fisika yang sedang dipelajari (Uno, 2022).

Penggunaan teknologi tidak hanya mendukung pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga meningkatkan motivasi mereka untuk belajar. Aplikasi berbasis teknologi menjadikan pembelajaran lebih relevan dengan perkembangan zaman serta lebih menarik bagi siswa yang hidup di era digital. Penggunaan teknologi menjadikan pembelajaran lebih fleksibel, memungkinkan siswa untuk belajar

sesuai dengan tempo dan gaya belajar masing-masing. Penerapan teknologi dalam pembelajaran fisika memiliki potensi yang signifikan untuk meningkatkan motivasi belajar serta mendorong keterlibatan siswa secara lebih aktif dalam proses pembelajaran (Uno, 2022).

Motivasi belajar memiliki peran penting dalam membantu siswa memahami materi fisika secara lebih baik. Menurut teori motivasi Uno (2022), motivasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keinginan untuk berhasil, dorongan belajar, harapan masa depan, penghargaan, kegiatan yang menarik, dan lingkungan yang mendukung. Pembelajaran fisika yang efektif perlu mempertimbangkan semua faktor ini serta memanfaatkan teknologi pendidikan untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan menyenangkan. Dengan motivasi yang meningkat, siswa diharapkan tidak hanya mampu memahami konsep fisika dengan lebih mendalam tetapi juga mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang relevan dengan tantangan dunia nyata.

4. Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Model Pembelajaran *discovery learning* adalah model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik di mana mereka terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi, pengumpulan informasi, dan pemecahan masalah untuk menemukan konsep, prinsip, atau pengetahuan baru (Abdurrahman et al., 2023). Pada model *discovery learning*, peran guru adalah sebagai fasilitator yang memberikan panduan dan mendorong peserta didik untuk menggunakan pengalaman serta kemampuan berpikir analisis mereka dalam memahami materi (Farooq & Wu, 2022). Guru tidak boleh mendominasi kegiatan pembelajaran dengan hanya berceramah (Hasan, Khan, & Ahmed, 2024).

Model ini lebih menekankan pada proses pembelajaran daripada hasil akhir, sehingga peserta didik dapat lebih memahami dan menghubungkan konsep yang dipelajari dengan situasi nyata (Farooq & Wu, 2022). *Discovery learning* umumnya melibatkan langkah-langkah seperti pemaparan masalah, pengumpulan data, analisis, dan pembentukan kesimpulan, dengan tujuan untuk membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi (Hasan, Khan, & Ahmed, 2024).

a. Karakteristik Model *Discovery Learning*

Model pembelajaran *discovery learning* memiliki beberapa karakteristik diantaranya:

1) Pembelajaran Berpusat pada Peserta Didik

Peserta didik berperan aktif dalam proses pembelajaran. Mereka diberi kesempatan untuk menemukan konsep atau prinsip melalui eksplorasi, percobaan, atau penyelidikan. Peran guru lebih sebagai fasilitator yang membimbing, memberi arahan, dan mendukung peserta didik dalam proses pencarian pengetahuan (Kumas, 2022).

2) Fokus pada Penemuan Mandiri

Model ini mengutamakan penemuan melalui proses aktif, di mana peserta didik belajar melalui pengalaman langsung. Mereka mengumpulkan informasi, memecahkan masalah, dan mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki. Hal ini melibatkan keterampilan berpikir kritis dan analitis untuk mengorganisasi ide dan menarik kesimpulan (Festiyed et al., 2022).

3) Pemberian Masalah yang Menantang

Peserta didik dihadapkan pada masalah yang mendorong mereka untuk berpikir lebih dalam. Mereka harus menggunakan keterampilan penyelesaian masalah untuk menemukan solusi yang tepat. Masalah ini sering kali bersifat kontekstual, relevan dengan kehidupan nyata, dan dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan sintesis (Abdurrahman et al., 2023).

4) Proses Refleksi

Setelah menemukan jawaban atau solusi, peserta didik diberi kesempatan untuk merefleksikan dan mendiskusikan temuan mereka. Diskusi ini memungkinkan mereka untuk menguji pemahaman, memperbaiki kesalahan, dan memperdalam konsep yang telah dipelajari. Refleksi ini juga meningkatkan pemikiran kritis dan kreatif (Abdurrahman et al., 2023).

5) Pembelajaran yang Bermakna

Pembelajaran dalam model ini dirancang agar peserta didik dapat mengaitkan materi yang dipelajari dengan situasi nyata atau pengalaman pribadi mereka.

Alasannya supaya mereka lebih mudah memahami dan mengingat konsep yang telah dipelajari, serta merasa bahwa materi tersebut relevan dan berguna dalam kehidupan mereka. Hal ini juga bertujuan untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik dengan memberikan pengalaman pembelajaran yang bermakna dan kontekstual (Abdurrahman et al., 2023).

6) Pengembangan Keterampilan Sosial dan Kolaborasi

Meskipun peserta didik belajar secara mandiri, mereka juga diajak untuk berdiskusi dan bekerja sama dalam kelompok. Kerja sama ini dapat meningkatkan keterampilan sosial mereka dan membantu memperdalam pemahaman dengan berbagi ide dan pandangan (Abdurrahman et al., 2023).

Karakteristik-karakteristik ini memastikan bahwa model *Discovery Learning* mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta mendorong motivasi belajar, karena peserta didik merasa terlibat langsung dalam proses pembelajaran yang relevan dan bermanfaat (Abdurrahman et al., 2023).

b. Sintak Model *Discovery Learning*

Langkah-langkah pembelajaran dalam model *discovery learning* berjumlah enam.

1) Stimulasi (*Stimulation*)

Guru memberikan rangsangan berupa pertanyaan, masalah, atau fenomena untuk menarik perhatian peserta didik (Abdurrahman et al., 2023). Tahap ini bertujuan untuk membangkitkan rasa ingin tahu dan memotivasi peserta didik untuk mencari solusi atau memahami konsep yang akan dipelajari. Contoh kegiatan pembelajarannya peserta didik diminta untuk membuka LKPD pada aplikasi Android. Peserta didik diberikan dua stimulus pada LKPD aplikasi android. Stimulus yang disajikan adalah sebagai berikut.

Fenomena 1: Seorang anak mengayuh sepeda menaiki bukit kecil dengan kecepatan yang konstan. Setelah mencapai puncak bukit, anak tersebut berhenti sejenak untuk menikmati pemandangan, kemudian meluncur turun dengan kecepatan yang terus bertambah tanpa mengayuh lagi sampai akhirnya menuju dasar. Pada bukit yang kedua sepeda anak tersebut ban belakangnya pecah sehingga dia mendorong sepedahnya untuk menaiki bukit namun karena sudah kelelahan

sesekali sepeda tersebut mundur ke belakang walaupun dia telah berusaha mendorongnya.

Fenomena 2: Seorang *skater* naik dan turun di lintasan seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Seorang Skater Bermain Skateboard

Peserta didik mengamati dua fenomena yang ditampilkan.

2) Identifikasi Masalah (*Problem Statement*)

Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi masalah atau pertanyaan yang relevan berdasarkan rangsangan yang diberikan (Abdurrahman et al., 2023). Pada tahap ini, mereka belajar untuk merumuskan masalah secara mandiri, yang menjadi dasar eksplorasi lebih lanjut. Contoh kegiatan pembelajarannya meminta peserta didik untuk membuat pertanyaan terkait dua fenomena yang ditampilkan. Contoh pertanyaan yang diharapkan diantaranya: bagaimana konsep usaha dan energi yang ada pada dua fenomena tersebut?; Jika pemain skateboard kembali ke titik awal geraknya apakah usahanya bernilai nol?; Energi apa yang dimiliki anak pada fenomena 1 ketika berada dipuncak?; Energi apa yang dimiliki anak pada fenomena 1 ketika menuruni bukit?; Apakah energi yang dimiliki oleh pemain skateboard berubah?; Apakah ada energi tertentu yang nilainya tetap?; Energi apa yang dimiliki oleh pemain skateboard tersebut?; Mengapa kecepatan pemain skateboard berubah?.

Meminta peserta didik mengungkapkan secara lisan pertanyaan yang telah dibuat. Pertanyaan-pertanyaan yang dibuat peserta didik dipilih 5 yang paling relevan dengan materi pembelajaran yang akan dipelajari. Meminta peserta didik untuk membuat hipotesis. Contoh hipotesis yang bisa dibuat diantaranya ada

hubungan antara usaha dan energi; ada energi pada pemain *skateboard* yang nilainya tetap; ada manfaat yang bisa diperoleh dari mempelajari materi usaha dan energi.

3) Pengumpulan Data (*Data Collection*)

Peserta didik mengumpulkan informasi, data, atau fakta yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan atau menyelesaikan masalah (Abdurrahman et al., 2023). Kegiatan ini dapat dilakukan melalui observasi, eksperimen, membaca, atau diskusi dengan teman sebaya. Contoh pembelajarannya peserta didik mengumpulkan informasi untuk menjawab berbagai pertanyaan yang diajukan pada bagian *problem statement* dan LKPD dengan cara melakukan percobaan dan studi literatur dari aplikasi android yang terintegrasi dengan buku, internet, jurnal ilmiah, youtube, dan sumber belajar lainnya.

Melakukan kegiatan praktikum menggunakan simulasi PhET sesuai dengan petunjuk pada LKPD pada link: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html. Peserta didik melakukan kegiatan praktikum *skatepark* dan menuangkannya ke dalam tabel pengamatan pada LKPD.

4) Pengolahan Data (*Data Processing*)

Peserta didik menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk menemukan pola, hubungan, atau konsep. Tahap ini melibatkan aktivitas berpikir kritis dan kreatif untuk menyusun informasi menjadi pengetahuan yang bermakna. Contoh kegiatan pembelajarannya peserta didik menganalisis data dan menghitung energi mekanik berdasarkan data hasil percobaan yang telah dilakukan. Peserta didik menelaah, mengolah, dan mendiskusikan permasalahan yang telah disajikan pada bagian *problem statement* untuk memperkuat benar tidaknya hipotesis yang telah dibuat (melakukan pengujian terhadap hipotesis). Peserta didik juga diminta untuk menjawab pertanyaan pada LKPD. Berdiskusi bersama dengan teman kelompoknya lalu mengomunikasikan hasil diskusi terkait dengan jawaban dari pertanyaan tentang materi usaha dan energi dan hasil praktikum (Kumas, 2022).

5) Verifikasi (*Verification*)

Peserta didik memeriksa kembali temuan atau hasil analisis mereka dengan cara membandingkannya dengan teori, konsep yang ada, atau panduan dari guru.

Verifikasi ini memastikan bahwa penemuan mereka valid dan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Kumas, 2022). Contoh kegiatan pembelajarannya peserta didik melakukan aktivitas bertanya, menyanggah, memberi tanggapan, atau menambahkan kepada kelompok yang tampil di depan. Peserta didik menemukan konsep, teori, dan pemahaman dalam kaitannya dengan materi usaha dan energi. Peserta didik dapat mengaitkannya dengan contoh-contoh dalam kehidupan sehari-hari.

6) Menarik Kesimpulan (*Generalization*)

Peserta didik menyusun kesimpulan atau konsep berdasarkan hasil analisis dan verifikasi (Kumas, 2022). Kesimpulan ini menjadi pengetahuan baru yang ditemukan secara mandiri oleh peserta didik, yang kemudian dapat diterapkan dalam konteks yang lebih luas. Contoh kegiatan pembelajarannya peserta didik diminta untuk membuat kesimpulan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan

c. Prinsip Sosial dalam Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Model pembelajaran *discovery learning* menekankan aspek sosial dalam proses pembelajaran, yang bertujuan untuk mendukung interaksi antar peserta didik dan antara peserta didik dengan guru (Damayanti & Kuswanto, 2021). Berikut adalah prinsip-prinsip sosial yang mendasari model ini.

1) Kolaborasi dan Diskusi

Peserta didik diajak untuk bekerja sama dalam kelompok kecil atau berdiskusi dengan teman sebaya. Interaksi ini memungkinkan mereka berbagi ide, sudut pandang, dan solusi, sehingga membantu memperluas pemahaman dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Damayanti & Kuswanto, 2021).

2) Interaksi Guru dan Peserta Didik

Guru bertindak sebagai fasilitator yang memberikan arahan, umpan balik, dan dukungan. Hubungan yang terjalin bersifat mendukung, di mana guru membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran tanpa mendominasi proses penemuan.

3) Pengembangan Keterampilan Sosial

Proses kerja kelompok dalam *discovery learning* membantu peserta didik mengembangkan keterampilan sosial seperti komunikasi, negosiasi, saling menghormati, dan kerja sama. Kegiatan tersebut penting untuk membangun rasa

tanggung jawab bersama dalam menyelesaikan tugas atau memecahkan masalah (Damayanti & Kuswanto, 2021).

4) Belajar dari Perspektif Lain

Diskusi dan interaksi sosial memungkinkan peserta didik mendengarkan dan memahami sudut pandang orang lain. Hal ini membantu mereka belajar untuk berpikir secara terbuka dan menerima keberagaman ide atau pendekatan dalam menemukan solusi.

5) Membangun Rasa Percaya Diri

Terlibat dalam suasana sosial yang mendukung, peserta didik merasa lebih percaya diri untuk berbagi ide, bertanya, dan berpartisipasi aktif. Dukungan dari teman sebaya dan guru menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan kondusif (Istiyono et al., 2020).

d. Reaksi Sosial dalam Model *Discovery Learning*

Model pembelajaran *discovery learning* memunculkan berbagai reaksi sosial dari peserta didik maupun guru yang mencerminkan dinamika interaksi dalam proses pembelajaran (Istiyono et al., 2020). Berikut adalah beberapa reaksi sosial yang dapat terjadi.

1) Kerja Sama dalam Kelompok

Peserta didik saling bekerja sama untuk menyelesaikan tugas atau memecahkan masalah yang diberikan. Reaksi sosial berupa saling membantu, berbagi informasi, dan mendiskusikan ide menjadi bagian penting dalam proses belajar (Istiyono et al., 2020).

2) Diskusi dan Tukar Pendapat

Peserta didik dalam model pembelajaran *discovery learning* sering terlibat dalam diskusi kelompok atau kelas. Reaksi sosial yang muncul meliputi kemampuan mendengarkan, mengemukakan pendapat, serta menghormati perbedaan pandangan antar peserta didik (Istiyono et al., 2020).

3) Interaksi dengan Guru sebagai Fasilitator

Peserta didik meminta bimbingan atau klarifikasi dari guru ketika mengalami kesulitan. Guru memberikan arahan atau pertanyaan pemandu yang mendorong

peserta didik untuk menemukan solusi secara mandiri, sehingga membangun suasana belajar yang suportif (Kokkonen et al., 2022).

4) Pemecahan Konflik

Ketika terjadi perbedaan pendapat dalam kelompok, peserta didik belajar untuk menyelesaikan konflik secara konstruktif. Reaksi sosial seperti bernegosiasi, mencari solusi bersama, dan menghormati keputusan kelompok menjadi pengalaman belajar yang berharga (Kokkonen et al., 2022).

5) Peningkatan Keterampilan Komunikasi

Peserta didik menunjukkan reaksi sosial berupa pengungkapan ide secara verbal maupun non-verbal, mendukung teman, atau memberi tanggapan terhadap pendapat yang disampaikan. Ini membantu mereka mengasah keterampilan komunikasi interpersonal (Kokkonen et al., 2022).

6) Motivasi Sosial dari Dukungan Teman Sebaya

Peserta didik dalam proses belajar dapat menerima dorongan dan motivasi dari teman-teman mereka. Reaksi sosial berupa apresiasi, pujian, atau semangat yang diberikan oleh kelompok mendorong peserta didik untuk lebih percaya diri dan aktif dalam pembelajaran (Aji & Suparno, 2021).

7) Pembentukan Koneksi Emosional

Interaksi selama proses pembelajaran dapat menciptakan rasa kebersamaan dan mempererat hubungan sosial antar peserta didik. Reaksi sosial seperti empati, penghargaan terhadap usaha teman, dan rasa tanggung jawab bersama menjadi bagian dari dinamika ini (Aji & Suparno, 2021).

e. Dampak Turunan Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Model pembelajaran *discovery learning* memiliki berbagai dampak turunan yang memengaruhi aspek kognitif, afektif, dan sosial peserta didik. Berikut adalah beberapa dampak turunan yang dihasilkan oleh penerapan model ini.

1) Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Discovery learning mendorong peserta didik untuk menggunakan keterampilan analisis, sintesis, dan evaluasi dalam proses penemuan. Hal ini memperkuat kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang diperlukan untuk memecahkan masalah kompleks (Aji & Suparno, 2021).

2) Pengembangan Kemandirian Belajar

Peserta didik menjadi lebih mandiri dalam belajar karena mereka dilatih untuk mencari informasi, memahami konsep, dan menemukan solusi secara mandiri (Byusa et al., 2022). Kemandirian ini juga berdampak pada kepercayaan diri dalam menghadapi tantangan pembelajaran.

3) Peningkatan Motivasi Belajar

Proses pembelajaran yang aktif dan menantang meningkatkan minat dan motivasi peserta didik. Mereka merasa terlibat dalam proses belajar yang relevan dengan kehidupan nyata, sehingga lebih termotivasi untuk mengeksplorasi materi secara mendalam (Byusa et al., 2022).

4) Penguasaan Konsep yang Lebih Mendalam

Peserta didik dengan menemukan konsep sendiri akan lebih memahami dan mengingat materi yang dipelajari dengan catatan mereka melakukan pencarian konsep sesuai sintak *discovery* yang benar. Pemahaman ini cenderung bertahan lebih lama karena peserta didik secara aktif menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya (Byusa et al., 2022).

5) Penguatan Keterampilan Sosial

Melalui diskusi kelompok dan kerja sama, peserta didik mengembangkan keterampilan komunikasi, negosiasi, dan kolaborasi. Keterampilan ini penting untuk membangun hubungan interpersonal yang efektif di lingkungan sosial dan profesional (Byusa et al., 2022).

6) Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah

Model ini melatih peserta didik untuk menghadapi masalah, menganalisis situasi, dan menemukan solusi yang tepat. Kemampuan ini tidak hanya berguna dalam konteks akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari (Byusa et al., 2022).

7) Peningkatan Kepercayaan Diri dan Kepuasan Belajar

Keberhasilan dalam menemukan solusi atau memahami konsep baru secara mandiri memberikan rasa puas dan meningkatkan kepercayaan diri peserta didik. Hal ini mendorong mereka untuk terus berusaha dalam pembelajaran yang berikutnya.

8) Pembentukan Pemahaman Kontekstual

Peserta didik belajar untuk menghubungkan teori dengan aplikasi nyata, sehingga konsep yang dipelajari terasa relevan dan bermanfaat dalam kehidupan mereka (Byusa et al., 2022).

9) Peningkatan Daya Tahan Mental dalam Belajar

Proses eksplorasi yang menantang melatih peserta didik untuk menghadapi kesulitan dengan tekun dan sabar. Mereka belajar mengatasi hambatan dalam proses belajar tanpa bergantung sepenuhnya pada guru (Byusa et al., 2022).

5. Konten Usaha dan Energi

a. Usaha

Usaha (W) adalah besarnya gaya (F) yang diberikan pada suatu benda sehingga benda mengalami perpindahan (s). Perpindahan diartikan sebagai perubahan posisi dari satu titik menuju titik yang lain. Syarat seseorang dikatakan melakukan usaha yaitu jika ada gaya yang diberikan pada benda dan mengalami perpindahan (Nurlina, 2018). Gaya dan perpindahan merupakan besaran vektor tetapi dalam aturan perkalian titik jika dua besaran vektor dikalikan maka akan menghasilkan besaran skalar. Usaha merupakan besaran turunan dan dimensi dari usaha yaitu $[M][L]^2[T]^{-2}$ dan satuan usaha adalah joule (J) (Triandita, Novia, & Firda, 2022).

Usaha akan bernilai positif jika gaya yang diberikan pada suatu benda menyebabkan perpindahan yang searah dengan arah gayanya (Nurlina, 2018). Misalnya seseorang bernama Rapi mendorong troli di super market kemudian gaya yang dilakukan oleh tangan Rapi sejajar dan searah dengan perpindahan troli maka nilai usahanya positif. Perhatikan Gambar 2.4 berikut ini.



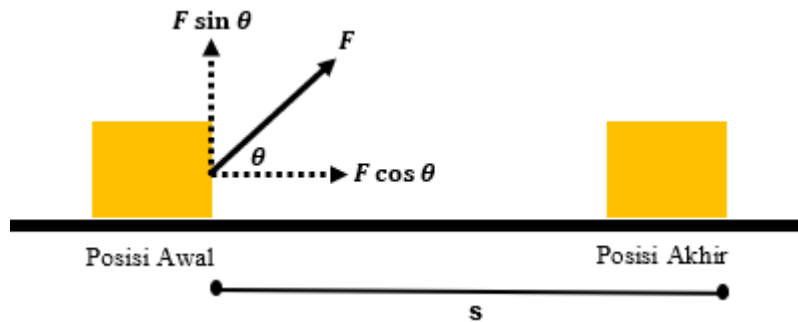
Gambar 2. 4 Perpindahan Searah dengan Gaya Pada Troli

Sumber: <https://id.pngtree.com/free-png-vectors/mendorong>

Besar usaha yang dilakukan oleh Rapi pada gambar 2 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$W = F \cdot s \quad (2.1)$$

Jika gaya yang bekerja membentuk sudut yang searah dengan perpindahan maka nilai usahanya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.



Gambar 2. 5 Ilustrasi Gaya Membentuk Sudut dengan Perpindahan

$$W = F \cdot s \cos \theta \quad (2.2)$$

Keterangan:

$W = Usaha (J)$

$F = Gaya (N)$

$s = Perpindahan (m)$

$\theta = Sudut antara gaya dengan dengan arah perpindahan$

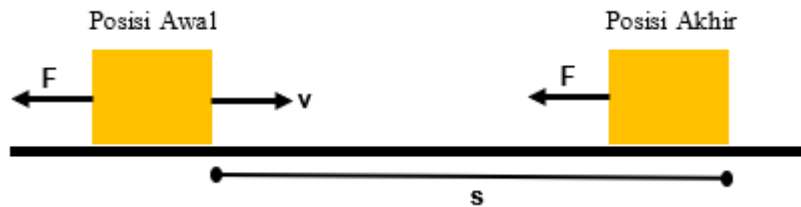
Usaha akan bernilai negatif jika arah gaya yang diberikan pada benda berlawanan dengan perpindahannya (Giancoli, 2021). Misalnya seseorang mengendarai mobil dengan kecepatan yang cukup tinggi kemudian karena ada sapi di depannya maka mobil tersebut di rem sehingga mengalami perlambatan seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 6 Ilustrasi Usaha Bernilai Negatif pada Mobil yang di Rem

Sumber: Mobilmo.com

Ilustrasi yang lebih sederhana terkait dengan besar usaha jika arah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah perpindahan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



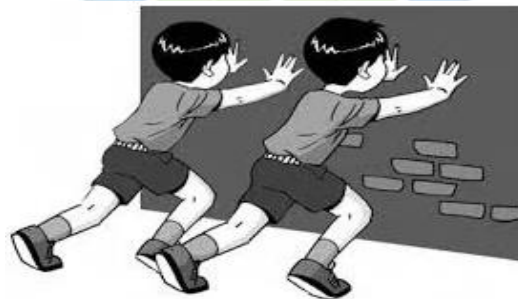
Gambar 2. 7 Ilustrasi Arah Gaya dan Perpindahan yang Berlawanan

$$W = F \cdot s \cos 180^\circ$$

$$W = F \cdot s (-1)$$

$$W = -F \cdot s \tag{2.3}$$

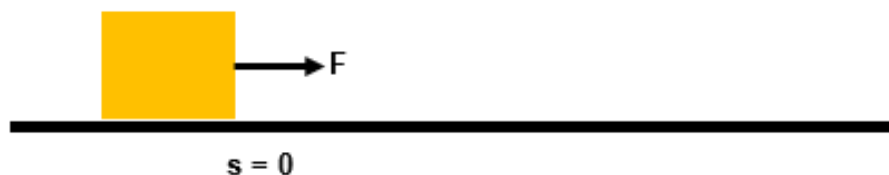
Usaha bernilai nol jika gaya yang bekerja pada suatu benda tidak menyebabkan perpindahan. Misalnya saat seseorang mendorong tembok maka usaha yang dilakukannya bernilai nol karena tembok tidak mengalami perpindahan (Giancoli, 2021). Perhatikan dua orang yang sedang mendorong tembok pada Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2. 8 Dua Orang Mendorong Tembok

Sumber: <https://tutorialpelajaran.com/mendorong-tembok/>

Ilustrasi yang lebih sederhana terkait dengan besar usaha bernilai nol dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Ilustrasi Gaya yang Tidak Menyebabkan Perpindahan

Gambar 2.9 menunjukkan bahwa besar gaya yang diberikan pada balok tidak menyebabkan balok berpindah sehingga jika dihitung menggunakan rumus usaha maka usahanya bernilai nol.

$$W = F \cdot s$$

$$W = F \cdot (0)$$

$$W = 0$$

Usaha juga dapat bernilai nol jika gaya yang diberikan membentuk sudut 90° dengan arah perpindahannya. Misalnya saat seseorang menggondong tas sambil berjalan atau seorang kurir yang mengantarkan barangnya. Ilustrasi keduanya disajikan pada Gambar 2.10 (a) dan (b) berikut ini.

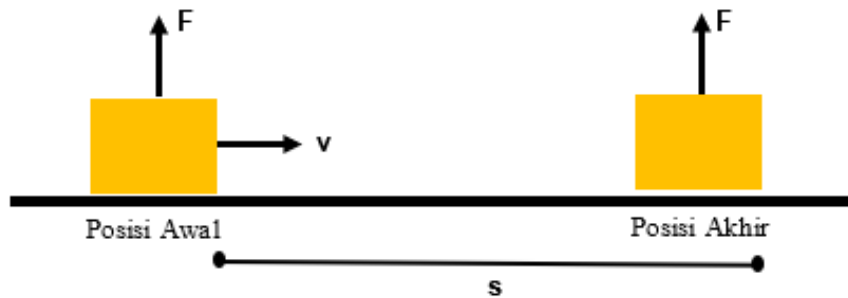


Gambar 2. 10 (a) Seorang Anak Menggondong Tas (b) Seorang Kurir

Sumber: <https://id.pngtree.com/free-png-vectors/kurir-kartun>

Ketika seseorang menggantung tas di punggungnya, gaya yang diterapkan adalah gaya gravitasi yang menarik tas ke bawah, sedangkan orang tersebut sebenarnya tidak bergerak secara vertikal. Walaupun gaya gravitasi bekerja pada tas, karena tas tidak bergerak ke arah gaya gravitasi (yaitu tidak naik atau turun), tidak ada usaha yang dilakukan dalam arah tersebut. Jika kurir membawa barang secara horizontal, gaya gravitasi tidak bekerja dalam arah horizontal. Usaha dalam konteks ini dihitung untuk pergerakan vertikal saat barang diangkat. Setelah barang diangkat dan dibawa, tidak ada usaha tambahan yang dihitung untuk gaya gravitasi dalam arah horizontal karena gaya gravitasi tidak bekerja dalam arah horizontal. Arah gaya gravitasi (vertikal) dan arah pergerakan horizontal membuat sudut 90°

($\cos 90^\circ = 0$) untuk pergerakan horizontal. Secara sederhana ilustrasi gambar untuk gaya dan arah perpindahan membentuk sudut 90° disajikan pada Gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2. 11 Gaya yang Membentuk Sudut 90° dengan Perpindahan

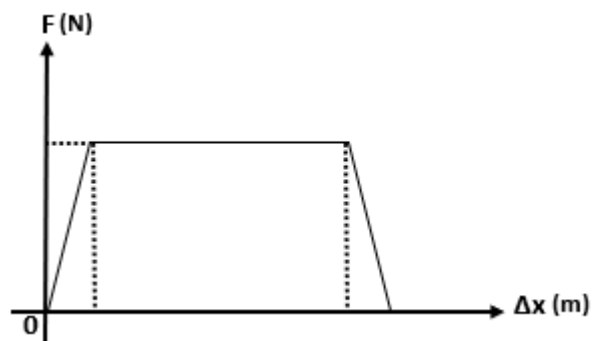
$$W = F \cdot s \cos 90^\circ$$

$$W = F \cdot s (0)$$

$$W = 0$$

Jadi meskipun kedua orang tersebut merasa berat membawa tas dan barang, secara fisika, tidak ada usaha yang dilakukan dalam konteks gaya gravitasi karena tidak ada jarak yang ditempuh dalam arah gaya tersebut (Giancoli, 2021).

Nilai usaha dari grafik gaya terhadap perpindahan dapat dihitung berdasarkan bentuknya. Grafik ini menunjukkan hubungan antara gaya yang diterapkan pada sebuah objek dan perubahan posisinya (Resnick & Halliday, 1985). Usaha yang dilakukan oleh gaya pada objek ini bisa ditemukan dengan cara menghitung luas area di bawah kurva grafik tersebut. Perhatikan Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2. 12 Grafik Gaya Terhadap Perpindahan

Sumber: Gambar Pribadi

Nilai usaha dari grafik pada Gambar 2.12 dapat ditentukan dengan cara menghitung luas di bawah kurva. Beberapa rumus untuk menghitung nilai usaha dari grafik gaya terhadap perpindahan disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Beberapa Rumus Usaha dari Grafik Gaya Terhadap Perpindahan

No	Bentuk Kurva	Rumus Menghitung Usaha
1	Segitiga	$Luas\ Segitiga = \frac{1}{2} \times alas \times tinggi$
2	Persegi Panjang	$Luas\ Persegi\ Panjang = Panjang \times lebar$
3	Trapesium	$Luas\ Trapesium = \frac{1}{2} \times (jumlah\ sisi\ sejajar) \times tinggi$

b. Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha sehingga keduanya saling berhubungan. Seseorang bisa melakukan usaha jika memiliki energi dan dimensi dari energi yaitu $[M][L]^2[T]^{-2}$ dengan satuan joule (J). Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Dalam sistem tertutup, jumlah total energi tetap konstan meskipun energi tersebut mungkin berubah bentuk. Contohnya, energi kinetik dapat diubah menjadi energi potensial, dan sebaliknya. Hukum ini merupakan salah satu prinsip dasar dalam fisika dan membantu kita memahami bagaimana energi berperilaku dalam berbagai proses fisik (Resnick & Halliday, 1985).

Energi potensial gravitasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$EP = m \cdot g \cdot h \tag{2.4}$$

Keterangan:

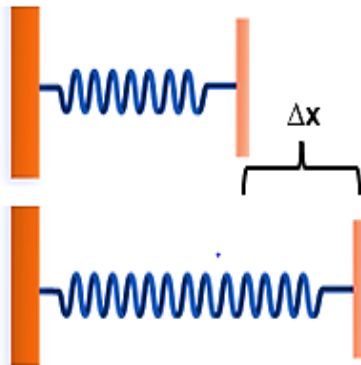
$EP = Energi\ potensial\ gravitasi\ (J)$

$m = Massa\ benda\ (kg)$

$g = Percepatan\ gravitasi\ (m/s^2)$

$h = Ketinggian\ benda\ (m)$

Energi potensial dapat ditemukan dalam benda elastis seperti pegas atau karet gelang atau benda elastis lainnya yang bisa diregangkan atau dikompresi, yang dikenal sebagai energi potensial elastis (Resnick & Halliday, 1985).



Gambar 2. 13 Perubahan Panjang Pegas

Sumber: <https://www.wardayacollege.com/fisika/elastisitas/pegas-hukum-hooke/energi-potensial-pegas/>

Energi potensial pegas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5 berikut ini.

$$EP = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2 \quad (2.5)$$

Keterangan:

$EP = \text{Energi potensial (J)}$

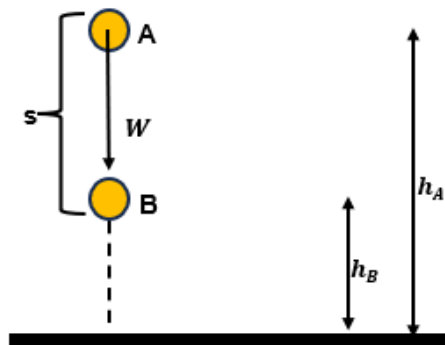
$F = \text{Gaya (N)}$

$k = \text{Konstanta pegas (N/m)}$

$\Delta x = \text{Pertambahan panjang pegas (m)}$

c. Hubungan Usaha dan Energi

Usaha merupakan perubahan dari energi potensial seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Ilustrasi Hubungan Usaha dan Energi Potensial

Sumber: <https://images.app.goo.gl/MUzpR7LkUse4ydLn7>

Berdasarkan gambar 2.14.

$$W = \Delta EP = EP_2 - EP_1$$

$$W = mgh_2 - mgh_1 \quad (2.6)$$

Keterangan:

$$W = \text{Usaha (J)}$$

$$\Delta EP = \text{Perubahan energi potensial (J)}$$

$$EP_1 = \text{Energi potensial awal (J)}$$

$$EP_2 = \text{Energi potensial akhir (J)}$$

Energi kinetik adalah bentuk energi yang dimiliki oleh suatu benda karena gerakannya. Energi ini tergantung pada massa benda dan kecepatannya. Jika massa benda bertambah dua kali lipat, energi kinetiknya juga akan bertambah dua kali lipat, asalkan kecepatannya tetap sama. Namun, jika kecepatan benda bertambah dua kali lipat, energi kinetiknya akan bertambah empat kali lipat. Misalnya saat sebuah mobil bergerak maka mobil tersebut memiliki energi kinetik. Semakin cepat mobil tersebut melaju, semakin besar juga energi kinetiknya, yang artinya akan membutuhkan lebih banyak usaha untuk menghentikannya (Giancoli, 2001). Energi kinetik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7.

$$EK = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (2.7)$$

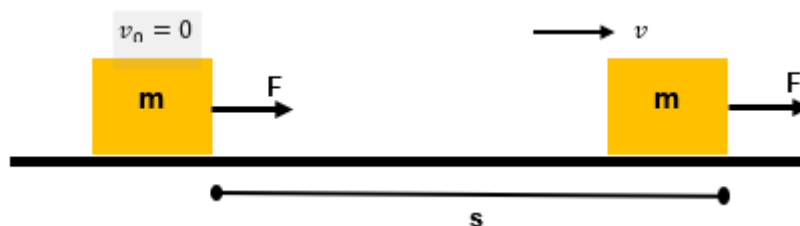
Keterangan:

$$EK = \text{Energi kinetik (J)}$$

$$m = \text{Massa benda (N)}$$

$$v = \text{Kecepatan benda (m/s)}$$

Usaha dan energi kinetik memiliki hubungan yang sangat erat seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15 berikut ini.



Gambar 2. 15 Hubungan Usaha dan Energi Kinetik

Berdasarkan Gambar 2.15 usaha merupakan perubahan dari energi kinetik yang ditunjukkan oleh persamaan 2.8 berikut ini.

$$W = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \quad (2.8)$$

Keterangan:

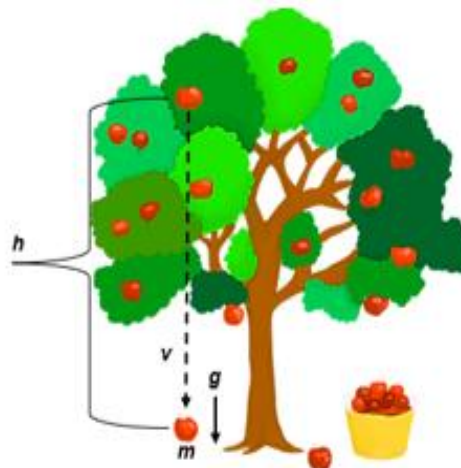
$W = Usaha (J)$

$\Delta EK = Perubahan\ energi\ kinetik (J)$

$EK_1 = Energi\ kinetik\ awal (J)$

$EK_2 = Energi\ kinetik\ akhir (J)$

Energi mekanik adalah jumlah total dari energi kinetik dan energi potensial yang dimiliki oleh suatu sistem. Energi ini berkaitan dengan gerak dan posisi benda dalam suatu sistem fisik (Giancoli, 2001). Perhatikan gambar pohon apel yang sedang berbuah pada Gambar 2.16 berikut ini.



Gambar 2. 16 Ilustrasi Energi Mekanik pada Apel yang Jatuh dari Pohonnya

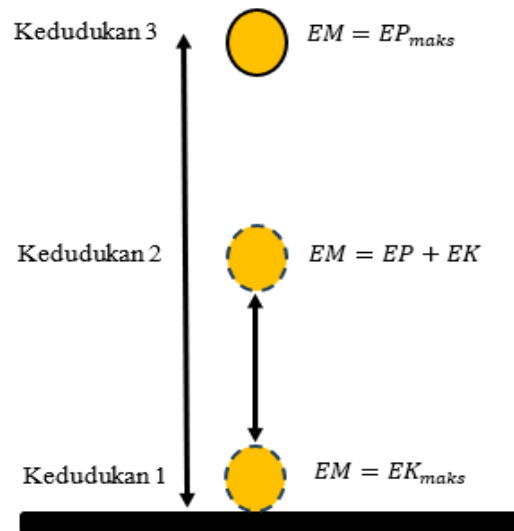
Sumber: <https://images.app.goo.gl/JrxGfup8zc3ZYeig6>

Berdasarkan Gambar 2.16 maka energi mekanik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$EM = \frac{1}{2}mv^2 + m.g.h \quad (2.9)$$

Energi mekanik bersifat konservatif artinya dalam sistem tertutup tanpa gaya luar jumlah total energi mekanik tetap konstan. Contohnya ketika sebuah benda jatuh dari ketinggian, energi potensial gravitasi berubah menjadi energi kinetik. Di titik tertinggi, semua energi adalah energi potensial. Saat benda mencapai tanah,

semua energi telah berubah menjadi energi kinetik (Trianiza, Novia, & Firda, 2022). Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka jumlah energi kinetik dan energi potensial pada setiap titik adalah konstan (Nurlina, 2018). Ilustrasi lain terkait hukum kekekalan energi mekanik disajikan pada Gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Ilustrasi Energi Mekanik pada Setiap Titik

Berdasarkan Gambar 2.17 energi mekanik di setiap titik adalah sama maka berlaku hukum kekekalan energi mekanik dan nilai energi mekanik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.10.

$$EM_1 = EM_2$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + m \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + m \cdot g \cdot h_2 \quad (2.10)$$

Jika benda dilepas tanpa kecepatan awal maka ($v_0 = 0$), jika benda mencapai titik tertinggi ($v_t = 0$), dan jika benda jatuh di permukaan tanah maka ($h = 0$),

keterangan:

$EP = \text{Energi potensial (J)}$

$EK = \text{Energi kinetik (J)}$

$m = \text{Massa benda (N)}$

$v = \text{Kecepatan benda (m/s)}$

$h = \text{Ketinggian benda dari titik acuan (m)}$

$g = \text{Percepatan gravitasi (m/s}^2\text{)}$