

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam bidang pendidikan, salah satunya melalui pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI). AI dimanfaatkan untuk mendukung pembuatan konten pembelajaran, visualisasi konsep, dan eksplorasi informasi secara mandiri oleh siswa. Pemanfaatan AI sejalan dengan konsep *Society 5.0* yang menekankan integrasi teknologi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Dalam konteks pendidikan, *Society 5.0* menekankan pentingnya pemanfaatan inovasi teknologi sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta membentuk generasi yang memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan adaptif terhadap perubahan zaman. Salah satu tantangan dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA adalah kesulitan siswa dalam memahami materi yang bersifat abstrak, seperti Hukum Gravitasi Newton. Konsep gaya tarik-menarik antar benda bermassa kerap menimbulkan miskonsepsi akibat keterbatasan visualisasi maupun kurangnya pengalaman langsung dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penelitian Pardiyanto dan Winarti (2021), penggunaan media berbasis animasi yang dipadukan dengan strategi generatif terbukti efektif dalam mereduksi miskonsepsi siswa pada materi gravitasi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan inovasi media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual agar mampu memfasilitasi pemahaman siswa secara lebih mendalam terhadap konsep-konsep abstrak dalam fisika, khususnya Hukum Gravitasi Newton.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengembangan modul digital dalam pembelajaran fisika memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik. Penelitian oleh Muttaqin et al. (2023) menunjukkan bahwa modul digital praktikum fisika berbasis video terintegrasi memperoleh tingkat kelayakan tinggi dengan validasi ahli materi sebesar 80% dan ahli media sebesar 93%, sehingga efektif meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi listrik magnet (Muttaqin et al., 2023). Hal serupa juga ditemukan pada penelitian Rahmatika et al. (2024) yang mengembangkan modul digital PhysSure berbasis Student Teams Achievement Division (STAD) menggunakan platform Heyzine Flipbook, di mana modul tersebut dinilai efektif oleh 86% siswa dalam meningkatkan keterlibatan aktif melalui penyajian materi yang interaktif berbasis gambar, animasi, dan video (Rahmatika et al., 2024). Selain itu,

penelitian Zain et al. (2024) menunjukkan bahwa modul digital berbasis inkuiri yang dikembangkan dengan model ADDIE berbantuan Canva memperoleh validasi sebesar 81% dari ahli media dan 70% dari ahli materi, serta berpotensi meningkatkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah (Zain et al., 2024). Secara umum, ketiga penelitian tersebut menegaskan bahwa modul digital tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan fleksibilitas pembelajaran, tetapi juga mendorong pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*) serta meningkatkan pemahaman konseptual melalui penyajian yang interaktif. Sejalan dengan itu, integrasi modul digital dengan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) berpotensi menghasilkan media pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan adaptif terhadap kebutuhan belajar siswa. Pendekatan STEM sendiri merupakan strategi pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah (Serevina, 2021), dengan tahapan implementasi meliputi refleksi, penelitian, penemuan, penerapan, dan komunikasi (Indarwati, 2021). Dalam pembelajaran fisika, pendekatan ini terbukti efektif dalam membantu pemahaman konsep abstrak melalui penggunaan media interaktif seperti animasi, video, dan simulasi (Sirait, 2024), sebagaimana ditunjukkan dalam berbagai pengembangan modul digital berbasis STEM pada materi energi terbarukan (Sirait, 2024), teori relativitas dan konsep kuantum (Serevina, 2021), serta fluida dinamis berbantuan Kodular.io (Indarwati, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan modul digital berbasis STEM berbantuan AI pada materi Hukum Gravitasi Newton untuk mendukung pembuatan konten pembelajaran, visualisasi konsep, dan eksplorasi informasi secara mandiri oleh siswa.

State of the art dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan modul digital dalam pembelajaran fisika telah banyak dilakukan dan terbukti efektif meningkatkan pemahaman serta keterlibatan siswa. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) secara optimal dalam modul digital. Padahal, AI memiliki potensi untuk mendukung pembuatan konten pembelajaran, visualisasi konsep, dan eksplorasi informasi secara mandiri oleh siswa. Oleh karena itu, pengembangan modul digital berbasis STEM berbantuan AI menjadi inovasi yang relevan untuk menjawab kebutuhan pembelajaran fisika, khususnya pada materi Hukum Gravitasi Newton.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pengembangan modul digital materi Hukum Gravitasi Newton berbasis STEM yang terintegrasi dengan Artificial Intelligence (AI). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya mengembangkan modul digital atau menerapkan pendekatan STEM secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan fitur AI untuk mendukung pembuatan konten pembelajaran, visualisasi konsep, dan eksplorasi informasi secara mandiri oleh siswa. Integrasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan siswa serta mempermudah pemahaman konsep gravitasi yang bersifat abstrak.

Materi Hukum Gravitasi Newton masih sering menimbulkan kesulitan belajar pada siswa karena konsep gravitasi tidak dapat diamati secara langsung dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi ini sering menjadi penyebab kesulitan siswa dalam memahami konsep tersebut, terutama ketika proses pembelajaran hanya mengandalkan metode konvensional yang terbatas pada penjelasan verbal dan rumus matematis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keterbatasan media pembelajaran interaktif dan kontekstual menjadi faktor utama terjadinya kesulitan belajar maupun miskonsepsi pada materi ini (Halilah et al., 2021). Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Misalnya, Halilah et al. (2021) mengembangkan *e-book* interaktif, Putri et al. (2021) menggunakan modul berbasis *Learning Content Development System* (LCDS), serta Pratama et al. (2023) merancang media pembelajaran berbasis Adobe Animate CC. Ketiga penelitian tersebut menekankan pada aspek visualisasi dan simulasi sebagai solusi dalam mempermudah pemahaman siswa terhadap konsep gravitasi. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dengan dukungan *Artificial Intelligence* (AI), padahal kombinasi keduanya berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang lebih personalisasi, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Dalam konteks kehidupan sehari-hari, konsep Hukum Gravitasi Newton dapat diamati melalui berbagai fenomena. Misalnya, jatuhnya buah dari pohon, perbedaan berat badan seseorang ketika berada di bumi dan di bulan, hingga orbit satelit yang mengelilingi bumi sebagai dasar teknologi komunikasi modern. Kasus lain yang lebih aplikatif adalah analisis gaya gravitasi pada peluncuran roket atau perhitungan lintasan orbit satelit buatan. Fenomena-fenomena ini dapat dijadikan sebagai konteks penelitian untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih nyata, kontekstual, dan relevan bagi siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul digital berbasis STEM berbantuan AI pada materi Hukum Gravitasi Newton. Modul ini dirancang untuk memfasilitasi

pemahaman konsep secara lebih mendalam dan aplikatif melalui integrasi simulasi interaktif, serta kegiatan berbasis proyek yang mengaitkan hukum gravitasi dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, siswa diharapkan tidak hanya memahami konsep abstrak secara teoritis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan penerapan nyata dalam bidang sains dan teknologi.

Berdasarkan analisis kebutuhan awal yang dilaksanakan di SMAN 81 Jakarta pada bulan Agustus 2025 melalui penyebaran kuesioner menggunakan *Google Forms* kepada 51 responden yang merupakan siswa kelas XI dan guru fisika SMAN 81 Jakarta. Hasil menunjukkan sebanyak 96% responden menyatakan telah menggunakan modul digital dalam pembelajaran fisika, dan 94% di antaranya mengakui bahwa penggunaan modul digital membantu dalam memahami konsep-konsep fisika. Namun demikian, hanya 50% responden yang memiliki pemahaman kuat mengenai pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Selain itu, 100% responden melaporkan pernah menggunakan aplikasi atau fitur yang memanfaatkan *Artificial Intelligence* (AI), dan 95% menyatakan tertarik untuk menggunakan modul digital berbasis STEM yang dilengkapi dengan fitur AI pada materi Hukum Gravitasi Newton. Selanjutnya, 96% responden menilai bahwa pengembangan modul digital berbasis STEM berbantuan AI pada materi tersebut sangat dibutuhkan dalam penelitian dan pengembangan media pembelajaran.

Selain data dari kuesioner, analisis kebutuhan awal juga diperkuat melalui wawancara dan observasi langsung terhadap siswa. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah familiar dengan konsep modul digital, pendekatan STEM, dan teknologi AI. Mereka menilai bahwa modul digital berbasis STEM mampu membantu dalam memvisualisasikan konsep fisika yang bersifat abstrak, karena selama proses pembelajaran siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung, seperti interaksi gaya gravitasi dan pengaruhnya terhadap pergerakan benda. Lebih lanjut, siswa memberikan respons positif terhadap rencana pengembangan modul yang dilengkapi dengan AI, dengan harapan media tersebut dapat menjadikan pembelajaran Hukum Gravitasi Newton lebih interaktif, kontekstual, dan mudah dipahami.

Hasil observasi langsung di dalam kelas turut memperkuat temuan dari kuesioner dan wawancara. Teridentifikasi bahwa siswa telah terbiasa menggunakan perangkat digital serta berbagai aplikasi berbasis AI, baik dalam aktivitas sehari-hari maupun dalam kegiatan pembelajaran. Keterampilan teknis tersebut menunjukkan bahwa mereka merupakan audiens yang siap dan potensial untuk menggunakan modul digital berbasis STEM

berbantuan AI. Selain itu, antusiasme siswa terlihat ketika diperkenalkan pada contoh media pembelajaran interaktif, yang mengindikasikan tingginya minat serta keterbukaan mereka terhadap inovasi media pembelajaran yang diusulkan. Urgensi penelitian ini sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs) Nomor 4 mengenai Quality Education, yang menekankan pentingnya pemerataan akses terhadap pendidikan yang berkualitas, inklusif, serta berorientasi pada peningkatan hasil belajar melalui inovasi pembelajaran. Dalam konteks ini, pengembangan modul digital berbasis STEM dengan dukungan *Artificial Intelligence* (AI) dipandang sebagai upaya strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, khususnya pada materi Hukum Gravitasi Newton di tingkat SMA. Implementasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam modul ini diwujudkan melalui pemanfaatan fitur AI sebagai pendukung eksplorasi pembelajaran yang memungkinkan siswa memperoleh informasi, penjelasan konsep, dan referensi tambahan secara mandiri. Selain itu, modul dilengkapi dengan simulasi interaktif berbantuan AI yang membantu memvisualisasikan fenomena Hukum Gravitasi Newton sehingga konsep yang bersifat abstrak dapat dipahami secara lebih konkret dan kontekstual sehingga berkontribusi pada terwujudnya pendidikan berkualitas sebagaimana ditargetkan dalam SDGs Nomor 4.

Lebih lanjut, penelitian ini tidak hanya ditujukan untuk mengatasi kesenjangan penelitian sebelumnya terkait minimnya pengembangan media pembelajaran digital inovatif berbasis STEM pada materi gravitasi, tetapi juga menawarkan kontribusi nyata terhadap peningkatan mutu pendidikan melalui integrasi teknologi berbantuan AI. Urgensi ini semakin menguat dengan hasil analisis kebutuhan melalui angket, wawancara, dan observasi langsung, yang menunjukkan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaran interaktif, adaptif, serta kontekstual. Selain itu, kajian teoritis dan penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan hasil belajar, sedangkan integrasi AI berpotensi memperkaya pengalaman belajar yang lebih personal, adaptif, dan inovatif.

Produk modul digital yang dikembangkan diharapkan tidak hanya mempermudah akses siswa terhadap materi pembelajaran, tetapi juga mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, serta kemampuan mengaitkan konsep fisika, khususnya Hukum Gravitasi Newton, dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi yang kuat, baik dari sisi kontribusi teoritis maupun implementasi praktis dalam mendukung tercapainya tujuan pendidikan yang berkualitas dan relevan dengan tuntutan abad ke-21.

1.2 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah mengembangkan Modul Digital Materi Hukum Gravitasi Newton berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dengan dukungan Artificial Intelligence (AI) melalui pemanfaatan berbagai fitur Canva AI, simulasi berbantuan AI, serta fasilitas eksplorasi informasi yang memungkinkan siswa memperoleh penjelasan dan referensi pembelajaran secara mandiri. Pendekatan berbasis STEM dalam modul ini mencakup integrasi empat komponen utama, yaitu: (1) Sains, berupa pemahaman konseptual mengenai hukum gravitasi Newton; (2) Teknologi, melalui pemanfaatan perangkat digital serta fitur AI; (3) Engineering, berupa perancangan dan pengembangan media pembelajaran digital; serta (4) Matematika, melalui penerapan perhitungan kuantitatif pada gaya gravitasi, orbit planet, maupun analisis fenomena yang relevan.

Materi Hukum Gravitasi Newton yang dikembangkan dalam modul digital ini mencakup konsep gaya gravitasi, formulasi matematis hukum gravitasi universal, serta penerapannya dalam berbagai konteks nyata, seperti pergerakan planet, orbit satelit buatan, dan fenomena jatuh bebas. Untuk memperkuat relevansi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari, modul ini menghadirkan contoh kasus berbasis STEM, misalnya analisis bagaimana satelit komunikasi dapat bertahan pada orbit tertentu. Dari sisi sains, siswa diajak memahami gaya gravitasi sebagai penyebab satelit tetap mengorbit Bumi; dari sisi teknologi, mereka mempelajari peran instrumen digital dalam pemantauan satelit; dari sisi engineering, mereka diarahkan untuk merancang model sederhana lintasan satelit menggunakan simulasi digital; sedangkan dari sisi matematika, siswa melakukan perhitungan kuantitatif terkait gaya gravitasi dan periode orbit satelit.

Proses pengembangan modul ini mengikuti model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Namun, dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu dan ruang lingkup penelitian, pengembangan dibatasi hingga tahap Development (Pengembangan) dan evaluasi formatif. Tahap implementasi luas dan evaluasi sumatif tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

Secara teknis, modul digital ini dikembangkan menggunakan platform Canva yang diperkaya dengan pemanfaatan fitur-fitur AI, seperti *AI image generator* untuk visualisasi konsep abstrak yang mendukung pembelajaran. Selain itu, modul dilengkapi dengan fitur interaktif berupa tautan kuis dan simulasi berbasis digital yang terintegrasi, sehingga mampu mendorong keterlibatan siswa secara lebih aktif, sekaligus memfasilitasi pembelajaran mandiri yang menarik, kontekstual, dan efektif.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada kelayakan pengembangan modul digital materi Hukum Gravitasi Newton berbasis pendekatan STEM dengan dukungan *Artificial Intelligence* (AI). Secara khusus, penelitian ini berupaya menjawab pertanyaan utama, yaitu: *apakah modul digital berbasis STEM berbantuan AI yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri bagi siswa SMA pada pembelajaran materi Hukum Gravitasi Newton?*

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk Mengembangkan Modul Digital Materi Hukum Gravitasi Newton Berbasis STEM Berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) yang layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri untuk siswa SMA.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis:

Menambah literatur dan referensi ilmiah dalam bidang pengembangan media pembelajaran fisika berbasis teknologi dan pendekatan STEM yang terintegrasi dengan AI.

b. Manfaat Praktis:

- Bagi Guru: Menjadi alternatif media pembelajaran inovatif yang mendukung proses pembelajaran berbasis STEM.
- Bagi Siswa: Membantu meningkatkan pemahaman konsep Hukum Gravitasi Newton melalui pengalaman belajar yang interaktif dan adaptif.
- Bagi Peneliti Selanjutnya: Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam pengembangan media pembelajaran digital berbasis AI pada topik fisika lainnya