

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Rendahnya literasi digital pelajar merupakan persoalan yang diakui secara global. *International Computer and Information Literacy Study* (ICILS) 2023 adalah asesmen internasional yang secara khusus mengukur computer and information literacy (CIL) siswa pada 35 sistem pendidikan di dunia yang menemukan bahwa rata-rata hampir separuh siswa belum mencapai level dasar (Level 2) kompetensi literasi digital tersebut (Fraillon, 2025). Temuan ini menegaskan bahwa kesenjangan literasi digital bukan sekadar isu lokal, melainkan tantangan yang dihadapi banyak sistem pendidikan meski penetrasi teknologi digital terus meningkat. Secara nasional, kondisi ini turut tercermin di Indonesia: Indeks Literasi Digital Indonesia baru mencapai 3,65 dari skala 5 (Kominfo, 2023) — angka yang menunjukkan literasi digital masyarakat, termasuk pelajar, masih jauh dari optimal. Kondisi ini mengindikasikan lemahnya integrasi literasi digital dalam pembelajaran sains seperti fisika, padahal kedua kemampuan tersebut saling mendukung di era digital (Astalini et al., 2022).

Berbagai penelitian empiris telah mengonfirmasi keterkaitan literasi digital dengan capaian pembelajaran fisika. Darmaji, Astalini, Kurniawan, Minarsih, et al. (2023) menemukan literasi digital berpengaruh positif dan signifikan (93,5%) terhadap keterampilan proses sains siswa, dengan pola

serupa pada hasil belajar dan berpikir kritis (Darmaji, Astalini, Kurniawan, Nursulistiyo, et al., 2023; Darmaji, Astalini, Nursulistiyo, et al., 2023; Darmaji et al., 2026). Keempat studi ini konsisten membuktikan pentingnya literasi digital, namun seluruhnya berdesain korelasional/survei yang memotret hubungan antarvariabel, bukan menguji apakah sebuah produk pembelajaran dapat secara aktif meningkatkannya. Di sisi lain, perkembangan AI mulai dikaji sebagai jalan keluar. Dwivedi et al. (2023), melalui kajian opini multidisiplin 43 pakar lintas bidang, menegaskan potensi AI generatif menghasilkan respons personal dan kontekstual, tetapi pembahasannya lintas sektor tanpa fokus pada pembelajaran fisika. Verawati & Nisrina (2024) memperdalam ini pada domain fisika melalui *narrative review* 152 dokumen yang menyimpulkan intelligent tutoring system berpotensi meningkatkan pemahaman konsep fisika, namun kajiannya bersifat literatur, bukan pengujian di kelas nyata. Bukti empiris yang lebih kuat datang dari Létourneau et al. (2025) lewat tinjauan sistematis 28 studi kuasi-eksperimental pada 4.597 siswa K-12: dampak ITS terhadap hasil belajar umumnya positif tetapi lebih lemah dibanding tutoring non-AI, dengan durasi intervensi mayoritas studi masih pendek. Dari sisi psikologis, Chiu (2021) membuktikan dukungan digital yang memenuhi kebutuhan otonomi, keterhubungan, dan kompetensi siswa (*Self-Determination Theory*) meningkatkan keterlibatan belajar dalam *blended learning*, tetapi konteksnya umum, bukan spesifik pada AI *Interactive Feedback* atau fisika. Pada ranah pengembangan modul, Madani et al.

(2023) telah menghasilkan modul Kinematika Gerak Lurus berdiferensiasi pada Kurikulum Merdeka, namun belum mengintegrasikan AI sebagai umpan balik adaptif. Severina Lumbantobing & Nugroho (2026) mengembangkan flipbook fisika yang terbukti meningkatkan literasi digital, tetapi medianya statis tanpa umpan balik personal. Annida et al. (2025) mengembangkan modul fisika berbasis AI dengan chatbot tutor pada materi fluida statis, namun belum menjadikan literasi digital sebagai luaran terukur.

Kesenjangan makro tersebut tercermin nyata pada level sekolah: literasi digital siswa SMA masih rendah pada indikator penemuan informasi, presentasi, dan kreativitas digital (Rahayu & Mayasari, 2018). Secara spesifik di MAN 4 Madiun, hasil wawancara awal dengan guru fisika (Februari 2026) menunjukkan platform AI belum diintegrasikan dalam pembelajaran dan literasi digital siswa belum pernah diukur secara eksplisit. Persoalan ini menajam pada materi Kinematika Gerak kelas XI, yang menuntut literasi digital tingkat tinggi (pembacaan grafik, interpretasi vektor, analisis data gerak) namun masih diwarnai miskonsepsi persisten. Khoirunnisa et al. (2024) melalui instrumen Force Concept Inventory pada 108 siswa kelas XI berhasil memetakan pola miskonsepsi ini secara rinci, tetapi studinya bersifat diagnostik-deskriptif tanpa menguji intervensi pembelajaran apa pun untuk mengatasinya. Dengan demikian, MAN 4 Madiun merepresentasikan persoalan spesifik yang menjadi fokus penelitian ini: ketiadaan mekanisme umpan balik adaptif berbasis AI pada materi yang justru paling membutuhkannya.

Penelitian ini diposisikan pada pertautan tiga kerangka konseptual. Pertama, *Digital Literacy Global Framework UNESCO* (2018), yang dari tujuh domainnya, penelitian ini membatasi diri pada empat kompetensi paling operasional dalam pembelajaran fisika berbasis modul digital: *fundamentals of hardware and software, information and data literacy, communication and collaboration, dan digital content creation*. Kedua, pendekatan *Deep Learning* yang ditetapkan sebagai kerangka pembelajaran resmi Kemendikdasmen (2025), bertumpu pada tiga pilar *Mindful, Meaningful, dan Joyful Learning* yang saling melengkapi menciptakan pengalaman belajar holistik (Feriyanto & Anjariyah, 2024) dan memiliki korespondensi langsung dengan keempat kompetensi literasi digital di atas. Ketiga, *AI Interactive Feedback* melalui Teachy sebagai mekanisme operasional yang menjembatani kedua kerangka tersebut, dengan kriteria fungsional (*adaptive learning, personalized feedback, pelacakan progres*) diadaptasi dari matriks evaluasi platform AI berbasis UNESCO *Ethical Impact Assessment* (Isaifan et al., 2025) — meski matriks ini aslinya diuji pada tujuh platform pendidikan tinggi di kawasan Teluk, bukan pada Teachy maupun konteks fisika SMA Indonesia, sehingga penerapannya di sini bersifat adaptasi. Namun, Ikram et al. (2026) dalam tinjauan sistematis PRISMA terhadap literatur AI dan *personalized learning* menemukan bahwa integrasi AI dengan kerangka pedagogis yang terstruktur dan eksplisit masih menjadi celah mendasar — celah yang secara langsung coba dijawab oleh posisi konseptual penelitian ini.

Berdasarkan uraian di atas, gap penelitian yang mendasari studi ini adalah: belum tersedianya modul ajar fisika di Indonesia khususnya pada materi Kinematika Gerak kelas XI yang secara sistematis mengintegrasikan mekanisme umpan balik adaptif berbasis AI (melalui platform Teachy) dengan kerangka pedagogis *Deep Learning*, sekaligus menjadikan peningkatan empat kompetensi literasi digital DLGF UNESCO sebagai luaran yang terukur secara eksplisit. Ketiadaan integrasi ini berdampak langsung pada persoalan spesifik di MAN 4 Madiun, tempat platform AI belum dimanfaatkan dan miskonsepsi pada materi Kinematika Gerak tetap persisten (Khoirunnisa et al., 2024), tanpa mekanisme koreksi individual yang mendukung perkembangan literasi digital siswa. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan tiga elemen yang belum pernah diintegrasikan sekaligus dalam satu produk: platform AI Interactive Feedback, kerangka tiga pilar Deep Learning, dan luaran literasi digital DLGF UNESCO yang terukur, pada konteks pembelajaran Kinematika Gerak.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar fisika pada materi Kinematika Gerak kelas XI yang mengintegrasikan pendekatan *Deep Learning* dan *AI Interactive Feedback* melalui Teachy, dengan variabel utama peningkatan literasi digital siswa pada keempat kompetensi tersebut. Pengembangan produk dilaksanakan menggunakan model ADDIE (Branch, 2010), dengan harapan menghasilkan produk yang tervalidasi secara akademis dan mampu

meningkatkan literasi digital siswa di MAN 4 Madiun. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini dirumuskan ke dalam empat pertanyaan penelitian terkait proses pengembangan, kelayakan, respon pengguna, dan peningkatan literasi digital siswa, yang diuraikan pada sub-bab Rumusan Masalah berikut.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama sebagai berikut:

1. Literasi digital pelajar merupakan tantangan yang diakui secara global dan tercermin pada rendahnya Indeks Literasi Digital Indonesia yang mengindikasikan belum optimalnya integrasi literasi digital dalam pembelajaran fisika di Indonesia.
2. Literasi digital siswa SMA dalam konteks pembelajaran fisika masih lemah, terutama pada kemampuan menemukan informasi, mempresentasikan data, dan berkreasi secara digital.
3. Pembelajaran fisika di MAN 4 Madiun belum memanfaatkan platform AI sebagai sarana umpan balik adaptif, dan kemampuan literasi digital siswa pada empat kompetensi UNESCO belum pernah diukur secara eksplisit.
4. Belum tersedia modul ajar fisika pada materi Kinematika Gerak yang secara sistematis mengintegrasikan AI Interactive Feedback melalui platform Teachy.com dengan pendekatan Deep Learning, sekaligus

menjadikan peningkatan literasi digital siswa sebagai luaran yang terukur.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut agar pembahasan lebih terfokus dan terarah:

5. Materi pembelajaran dibatasi pada Kinematika Gerak, meliputi Gerak Lurus Beraturan (GLB), Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), dan Gerak Vertikal, sehingga tidak mencakup materi fisika lain.
6. Subjek penelitian dibatasi pada siswa kelas XI A MAN 4 Madiun sebanyak 20 siswa, sehingga hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi pada populasi siswa yang lebih luas.
7. Mekanisme AI Interactive Feedback dibatasi pada penggunaan platform Teachy.com sebagai media umpan balik adaptif, dan tidak membandingkan dengan platform AI pembelajaran lainnya.
8. Peningkatan literasi digital siswa diukur melalui self-assessment pretest-posttest yang ditriangulasi dengan observasi keterlaksanaan pembelajaran dan observasi kinerja, bukan melalui tes kinerja (performance-based test) secara langsung dan menyeluruh.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk siswa kelas XI MAN 4 Madiun?
2. Bagaimana kelayakan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk siswa kelas XI MAN 4 Madiun berdasarkan penilaian validator ahli?
3. Bagaimana respon siswa dan guru modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk siswa kelas XI MAN 4 Madiun berdasarkan angket respon guru dan siswa?
4. Bagaimana peningkatan literasi digital siswa setelah menggunakan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan proses pengembangan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk siswa kelas XI MAN 4 Madiun.
2. Mendeskripsikan kelayakan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk siswa kelas XI MAN 4 Madiun berdasarkan penilaian validator ahli.
3. Mendeskripsikan respon guru dan siswa modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak untuk

siswa kelas XI MAN 4 Madiun berdasarkan angket respon guru dan siswa.

4. Mendeskripsikan peningkatan literasi digital siswa setelah menggunakan modul ajar fisika berbasis AI dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Kinematika Gerak.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Berkontribusi pada pengembangan ilmu pendidikan fisika, khususnya dalam integrasi AI *Interactive Feedback* sebagai pendekatan inovatif untuk meningkatkan literasi digital dan hasil belajar kognitif siswa, sekaligus memperkaya referensi ilmiah mengenai penerapan pendekatan *Deep Learning* dalam pembelajaran fisika berbasis teknologi di tingkat SMA.

2. Manfaat Praktis

a) Bagi Siswa

Memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan adaptif melalui modul yang dirancang untuk meningkatkan kompetensi literasi digital sekaligus memperkuat pemahaman konsep Kinematika Gerak.

b) Bagi Guru

Menyediakan alternatif bahan ajar inovatif dan siap pakai yang memudahkan penerapan pembelajaran berbasis AI tanpa memerlukan keahlian teknis tinggi.

c) Bagi Sekolah

Berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran fisika di MAN 4 Madiun, sekaligus menjadi rujukan pengembangan bahan ajar digital di lingkungan madrasah.

d) Bagi Peneliti Selanjutnya

Menjadi referensi dan landasan empiris bagi pengembangan modul ajar berbasis AI pada materi, jenjang, atau variabel luaran lain di masa mendatang.

G. Spesifikasi Produk

Dalam Penelitian ini produk yang dihasilkan adalah modul ajar fisika berbasis AI *Interactive Feedback* melalui Platform Teachy dalam format PDF, mencakup materi Kinematika Gerak (GLB, GLBB, dan Gerak Vertikal) untuk siswa kelas XI Fase F semester genap. Modul dirancang dengan pendekatan *Deep Learning* (Kemendikdasmen, 2025) yang bertumpu pada tiga pilar *Mindful, Meaningful, dan Joyful Learning* yang dioperasionalkan melalui tiga fase pembelajaran: Memahami, Mengaplikasi, dan Merefleksi. Platform Teachy berperan sebagai intelligent tutoring system yang memberikan umpan balik adaptif secara real-time, membimbing siswa secara interaktif hingga mencapai pemahaman yang

benar sebelum melanjutkan ke soal berikutnya (*mastery learning* berbasis AI).

Modul ini juga secara sistematis mengembangkan empat kompetensi literasi digital DLGF UNESCO (UNESCO, 2018) yaitu perangkat keras/lunak, literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, serta pembuatan konten digital melalui sembilan indikator yang terintegrasi dalam aktivitas pembelajaran. Peningkatan literasi digital siswa diukur secara triangulatif melalui tiga instrumen: (1) pretest-posttest literasi digital, (2) observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan (3) observasi kinerja siswa selama aktivitas pembelajaran berlangsung; sedangkan hasil belajar kognitif diukur melalui pretest-posttest soal kognitif sebagai luaran pendukung.

H. Pentingnya Pengembangan

Pengembangan modul ini penting dilakukan karena belum tersedianya bahan ajar fisika pada materi Kinematika Gerak yang secara sistematis mengintegrasikan teknologi AI sebagai mekanisme umpan balik adaptif, sekaligus menjadikan peningkatan literasi digital sebagai luaran yang terukur dan hasil belajar kognitif sebagai luaran pendukung. Kondisi di MAN 4 Madiun di mana platform AI belum dimanfaatkan dan literasi digital siswa belum pernah diukur secara eksplisit mencerminkan kesenjangan nyata antara tuntutan kompetensi abad ke-21 dan praktik pembelajaran yang berjalan.

Selain itu, pendekatan *Deep Learning* (Kemendikdasmen, 2025) sebagai kerangka pedagogis yang relevan belum banyak dioperasionalkan dalam modul ajar fisika yang konkret dan terintegrasi dengan teknologi AI. Modul ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan memadukan tiga pilar *Deep Learning*, umpan balik adaptif berbasis AI, dan pengembangan literasi digital dalam satu produk pembelajaran yang siap digunakan.

I. Definisi Istilah

Untuk menghindari perbedaan penafsiran, berikut disajikan definisi istilah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Modul Ajar Fisika

Bahan ajar digital berbasis PDF yang sistematis untuk memandu pembelajaran Kinematika Gerak kelas XI, mencakup tujuan pembelajaran, konten materi, aktivitas berdiferensiasi, dan instrumen penilaian yang terintegrasi dengan platform AI.

2. AI *Interactive Feedback*

Mekanisme umpan balik adaptif berbasis kecerdasan buatan dari Teachy.com, berupa respons otomatis dan bimbingan interaktif real-time terhadap jawaban dan proses berpikir siswa.

3. Pendekatan *Deep Learning*

Pendekatan dari (Kemendikdasmen, 2025) yang menekankan suasana belajar berkesadaran (*Mindful*), bermakna (*Meaningful*), dan menggembirakan (*Joyful*) secara holistik.

4. Literasi Digital

Kemampuan siswa untuk mengakses, mengelola, memahami, mengintegrasikan, mengomunikasikan, mengevaluasi, dan menciptakan informasi secara aman dan tepat melalui teknologi digital. Literasi Digital dalam penelitian ini diukur berdasarkan empat kompetensi DLGF UNESCO: perangkat keras/lunak, literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, serta pembuatan konten digital.

5. Hasil Belajar Kognitif

Tingkat penguasaan konsep Kinematika Gerak yang dicapai siswa setelah mengikuti pembelajaran, diukur melalui instrumen tes yang diberikan sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) pembelajaran.

6. Kinematika Gerak

Cabang fisika yang mempelajari gerak benda tanpa mempersoalkan penyebabnya, yang dalam penelitian ini mencakup sub-materi Gerak Lurus Beraturan (GLB), Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), dan Gerak Vertikal.

7. Model ADDIE

Model pengembangan produk pembelajaran yang terdiri atas lima tahapan sistematis, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation (Branch, 2010).