

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada jenjang Sekolah Dasar memiliki peran strategis dalam membangun literasi ilmiah sejak dini. Melalui pembelajaran IPA, siswa tidak hanya diperkenalkan pada konsep-konsep dasar sains, tetapi juga dilatih untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, mengamati, menganalisis, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris (Wulandari et al., 2023). Salah satu topik penting dalam kurikulum IPA kelas VI adalah materi Tata Surya, yang menuntut pemahaman abstrak terhadap sistem dan pergerakan benda langit, serta hubungan antar planet dalam struktur tata surya. Konsep-konsep seperti rotasi bumi, revolusi planet, dan karakteristik masing-masing benda langit menjadi tantangan tersendiri bagi siswa karena memerlukan kemampuan visualisasi dan penalaran ilmiah yang tinggi (Sari & Arifin, 2021). Pendekatan pembelajaran yang konvensional dan berpusat pada guru sering kali tidak mampu menjembatani kesenjangan antara konsep ilmiah dan pemahaman siswa secara menyeluruh dalam konteks ini.

Berdasarkan hasil studi awal di beberapa sekolah dasar serta temuan dari berbagai penelitian, pelaksanaan pembelajaran IPA, khususnya pada materi Tata Surya, masih cenderung monoton dan tidak melibatkan siswa secara aktif. Sebagian besar guru masih mengandalkan metode ceramah dan buku

teks sebagai sumber utama pembelajaran, tanpa memberikan ruang eksplorasi dan pengalaman belajar yang kontekstual (Susanti & Nugroho, 2022). Akibatnya, siswa kurang tertarik dan tidak memiliki motivasi belajar yang tinggi karena pembelajaran dirasa kaku dan tidak relevan dengan kehidupan sehari-hari. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan bahan ajar yang dikembangkan secara inovatif dan interaktif, sehingga potensi siswa untuk memahami konsep melalui pengalaman belajar aktif menjadi terhambat (Rahmawati et al., 2020).

Lebih lanjut, tantangan dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar juga mencakup rendahnya penggunaan model pembelajaran yang mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti pemecahan masalah, analisis, dan evaluasi. Pendekatan tradisional yang minim penggunaan teknologi digital menyebabkan siswa kesulitan memahami fenomena ilmiah yang sebenarnya dapat dipahami lebih mudah dengan bantuan visualisasi dan simulasi berbasis media (Setyaningrum & Wahyuni, 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan teknologi pendidikan dan model PBL dalam bentuk modul digital interaktif. Strategi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus memperkuat capaian belajar siswa dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotor (Handayani & Ramdani, 2022).

Berdasarkan hasil wawancara komprehensif yang dilakukan pada Senin, 3 Februari 2025 di SDN Manukan Kulon dengan 25 siswa kelas VI, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai hasil penelitian, ditemukan bahwa sebagian

besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dalam materi Tata Surya. Sebanyak 80% responden (20 dari 25 siswa) menyatakan bahwa metode pembelajaran yang digunakan oleh guru terlalu bersifat ceramah dan kurang melibatkan siswa secara aktif. Mereka juga mengungkapkan bahwa minimnya penggunaan media visual dan interaktif membuat pembelajaran terasa membosankan dan sulit dipahami. Hal ini sesuai dengan temuan Handayani & Ramdani (2022) yang menyatakan bahwa pendekatan teacher-centered yang minim stimulus visual cenderung menghambat keterlibatan dan pemahaman siswa, terutama dalam materi IPA yang bersifat abstrak seperti Tata Surya.

Lebih lanjut, hasil tes formatif yang dilakukan setelah pembelajaran menunjukkan bahwa sebanyak 64% siswa (16 dari 25) tidak dapat menyebutkan urutan planet dalam Tata Surya secara tepat, dan hanya 9 siswa yang mampu menjelaskan perbedaan karakteristik antara planet dalam dan planet luar. Rata-rata nilai yang diperoleh siswa pada evaluasi materi Tata Surya adalah 74, jauh di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu 85. Data ini juga diperkuat oleh hasil observasi pembelajaran yang menunjukkan bahwa siswa cenderung pasif selama proses belajar, dengan aktivitas diskusi kelompok dan tanya jawab yang minim. Kondisi tersebut memperjelas perlunya inovasi pembelajaran, khususnya dalam bentuk pengembangan perangkat ajar yang berbasis teknologi dan pendekatan aktif, agar dapat memfasilitasi siswa dalam membangun

pemahaman konseptual secara lebih efektif dan menyenangkan (Wulandari et al., 2023; Susanti & Nugroho, 2022).

Kondisi ini menggarisbawahi urgensi untuk menghadirkan inovasi perangkat ajar berbasis teknologi dan strategi pembelajaran aktif agar siswa dapat membangun pemahaman konseptual dengan cara yang lebih efektif dan menyenangkan. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terkini: misalnya, Wulandari, Wahyuni, & Suparti (2023) melaporkan bahwa *e-modul* berbasis PBL berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam materi bangun datar (Tanti Ratna Wulandari et al., 2023). Begitu pula, penelitian tentang pengembangan *e-module* PBL pada materi konfigurasi elektron menunjukkan efektivitas modul digital berbasis masalah dalam menaikkan kemampuan berpikir kritis siswa (Sandi, 2025). Oleh karena itu, konteks pembelajaran SD, penggunaan PBL berbantuan komik digital juga dilaporkan berpengaruh positif signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa IPA (Anggraeni & Nurzahra, 2024)

Meskipun demikian, sebagian besar modul atau media pembelajaran digital yang ada masih bersifat statis tidak adaptif terhadap kebutuhan siswa, kurang memiliki *scaffolding* berpikir, atau belum memadukan elemen *deep learning* pedagogis yang mendorong siswa untuk melakukan refleksi, transfer pengetahuan, dan aplikasi dalam konteks nyata. Dalam konteks ini, konsep *Smart Deep Learning Module* Digital muncul sebagai alternatif yang menjanjikan modul yang tidak hanya digital dan interaktif, tetapi “pintar” dalam memberikan *feedback*, adaptasi, *scaffold*, dan memfasilitasi proses

berpikir mendalam (*deep learning*). Dikombinasikan dengan pendekatan PBL yang menempatkan siswa sebagai pusat dalam memecahkan masalah nyata, modul ini diharapkan dapat lebih efektif merangsang keterampilan berpikir kritis siswa.

Berbagai penelitian telah menyoroti pentingnya integrasi media digital dalam proses pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar, khususnya untuk menjembatani pemahaman siswa terhadap materi abstrak seperti Tata Surya. Menurut Prasetyo dan Lestari (2022), penggunaan media visual seperti animasi dan simulasi berbasis komputer dapat membantu siswa membayangkan pergerakan benda langit yang sulit diilustrasikan hanya melalui teks. Demikian pula, studi oleh Andriani et al. (2021) menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi mampu memperkuat penalaran spasial siswa dan meningkatkan daya ingat terhadap urutan serta karakteristik planet dalam Tata Surya. Media digital tidak hanya memperjelas konsep, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa dalam konteks pembelajaran yang efektif (Yusuf & Handayani, 2023).

Lebih lanjut, pendekatan pembelajaran aktif seperti PBL terbukti efektif dalam mendorong partisipasi siswa secara lebih optimal. Model PBL mendorong keterlibatan aktif siswa melalui penyajian permasalahan dunia nyata yang bersifat tidak terstruktur (*ill-structured*). Dalam proses penyelesaiannya, siswa berupaya menemukan solusi dan secara bertahap

merumuskan masalah tersebut menjadi lebih jelas dan terstruktur (*well-structured*). (Triandika et al., 2023).

Modul digital berbasis PBL juga diyakini mampu menumbuhkan kemandirian belajar, karena siswa diberi kesempatan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan pemahaman sendiri secara terstruktur (Astuti & Nugroho, 2021). Sementara itu, *e-modul* interaktif yang dirancang dengan penilaian otomatis dan fitur multimedia telah terbukti mampu meningkatkan hasil belajar sekaligus keterlibatan emosional siswa selama proses pembelajaran berlangsung (Hadi & Ramadhani, 2022). Sejalan dengan pendapat Hmelo-Silver (2004), pembelajaran berbasis masalah tidak hanya memperkuat aspek kognitif siswa, tetapi juga membentuk keterampilan abad ke-21 seperti kolaborasi, inisiatif, dan penyelesaian masalah yang menjadi tuntutan pendidikan masa kini.

Solusi yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa modul digital interaktif berbasis PBL menawarkan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan responsif terhadap tantangan pembelajaran sains di sekolah dasar, khususnya materi Tata Surya. Modul ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan model pembelajaran tradisional yang masih didominasi metode ceramah dan minim interaksi. Salah satu keunggulan signifikan dari modul ini adalah pemanfaatan media digital seperti animasi, simulasi interaktif, dan ilustrasi grafis yang dapat memperjelas konsep-konsep abstrak seperti orbit planet, rotasi bumi, dan revolusi bulan. Visualisasi yang disajikan secara dinamis mempermudah siswa dalam membentuk representasi mental terhadap

struktur Tata Surya (Andriani et al., 2021), sehingga mereka dapat memahami hubungan antar benda langit secara lebih konkret dan intuitif.

Modul ini juga mengintegrasikan pendekatan PBL, yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran melalui penyajian permasalahan kontekstual dan eksploratif. Strategi ini mendorong siswa untuk berkolaborasi, berdiskusi, dan mengeksplorasi solusi secara mandiri maupun kelompok, sehingga berdampak positif pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) seperti analisis dan sintesis informasi. Sesuai dengan pendapat Yusuf dan Handayani (2023), pendekatan berbasis masalah dalam pembelajaran IPA terbukti meningkatkan keaktifan belajar siswa serta keterampilan metakognitif mereka. Modul ini juga dilengkapi dengan fitur interaktif, seperti latihan soal otomatis, multimedia pembelajaran, serta panduan refleksi mandiri yang mampu memperkuat keterlibatan emosional siswa dan meningkatkan kemandirian belajar (Rahman & Sulastri, 2022).

Penggabungan kekuatan teknologi digital yang fleksibel dan pendekatan pedagogis berbasis masalah menjadikan solusi ini sebagai alternatif pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan zaman dan kebutuhan Kurikulum Merdeka. Modul digital ini tidak hanya mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara kognitif, tetapi juga memfasilitasi pengembangan karakter dan *soft skills* siswa melalui kegiatan pemecahan masalah yang autentik. Hal ini menjadikan modul digital berbasis PBL sebagai media ajar yang unggul dibandingkan bahan ajar konvensional, terutama dalam

menyampaikan materi sains yang kompleks seperti Tata Surya dengan cara yang lebih menarik, partisipatif, dan bermakna (Kurniawan & Ningsih, 2023).

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini memiliki karakteristik yang membedakannya secara signifikan dari berbagai penelitian terdahulu, baik dari segi pendekatan pembelajaran, bentuk media, maupun desain pengembangan produk. Salah satu perbedaan mendasar terletak pada integrasi menyeluruh antara modul digital interaktif dan model PBL yang dirancang khusus untuk materi Tata Surya IPA di kelas VI SD. Modul ini tidak hanya menyajikan konten secara digital, tetapi juga mengarahkan seluruh alur belajar berdasarkan tahapan penyelesaian masalah kontekstual, mulai dari orientasi masalah, penyelidikan, refleksi, hingga penyimpulan, yang belum banyak diterapkan secara utuh dalam penelitian sejenis.

Sebagai perbandingan, Sari & Prastowo (2019) hanya mengembangkan modul cetak berbasis kurikulum tematik yang belum mengoptimalkan unsur interaktivitas digital maupun strategi PBL, sehingga aktivitas belajar masih bergantung pada panduan guru. Ardiansyah et al. (2020) mengembangkan bahan ajar berbasis kontekstual, namun hanya sebatas pada penyusunan LKS (Lembar Kerja Siswa), bukan modul digital dengan fitur multimedia. Astuti & Nugroho (2021) memang menggunakan PBL dalam pembelajaran IPA, tetapi pendekatannya masih bersifat manual dan tidak diintegrasikan ke dalam satu produk pembelajaran digital yang mandiri. Selanjutnya, Putri et al. (2022) mengembangkan e-modul IPA untuk materi energi panas dengan fitur interaktif, namun tidak menggunakan pendekatan berbasis masalah, sehingga

kemampuan berpikir kritis siswa kurang terfasilitasi secara optimal. Terakhir, Handayani & Ramdani (2022) mengembangkan media *e-learning* berbasis video pembelajaran, namun kontennya tidak disusun dalam struktur modul sistematis yang memandu siswa menyelesaikan permasalahan ilmiah.

Oleh karena itu, solusi yang penulis tawarkan menggabungkan keunggulan pendekatan PBL yang memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan kemasan digital yang interaktif, kontekstual, dan mandiri, sehingga menjadi lebih komprehensif dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Modul ini didesain untuk tidak hanya mentransfer informasi, tetapi juga membentuk pengalaman belajar aktif yang mengarah pada peningkatan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi yang bersifat abstrak seperti Tata Surya.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, fokus utama penelitian ini adalah merancang serta mengevaluasi efektivitas *Smart Deep Learning Module Digital* berbasis PBL dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Penelitian ini penting karena menyediakan inovasi dalam desain modul digital yang tidak sekadar menampilkan konten, tetapi turut mengelola proses berpikir siswa secara cerdas dan mendalam.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian, maka rumusan masalah yang diajukan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang *Smart Deep Learning Module Digital* berbasis PBL yang valid, praktis, dan efektif untuk siswa SD?

2. Seberapa besar pengaruh penggunaan modul tersebut terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas SD bila dibandingkan dengan pembelajaran konvensional?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah penelitian, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Merancang dan mengembangkan *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL yang berfokus pada materi Tata Surya untuk mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di kelas VI Sekolah Dasar.
2. Mengevaluasi sejauh mana efektivitas penggunaan *Smart Deep Learning Module* digital berbasis PBL dapat memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi Tata Surya, sebagai indikator keberhasilan penerapan media pembelajaran yang inovatif.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan tujuan dalam penelitian ini, maka hasil dari pengembangan yang dilakukan diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian dan pengembangan *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penguatan kajian teoritis, khususnya pada bidang pengembangan

media pembelajaran IPA di jenjang Sekolah Dasar atau Madrasah Ibtidaiyah. Temuan dan inovasi dari penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan keilmuan bagi para akademisi, pendidik, dan pengembang kurikulum, serta menjadi referensi dalam pengembangan modul berbasis pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan manfaat langsung dalam praktik pembelajaran, terutama dalam mendukung proses belajar mengajar IPA pada topik Tata Surya. Kehadiran *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL memberikan guru dan siswa alternatif sumber belajar yang interaktif dan kontekstual, yang mampu memfasilitasi peningkatan keterampilan berpikir kritis, motivasi belajar, serta pemahaman konseptual siswa terhadap materi yang diajarkan. Secara lebih rinci, manfaat praktis yang diharapkan adalah sebagai berikut:

a. Bagi Siswa

Kehadiran *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL memungkinkan siswa untuk lebih aktif dalam mengeksplorasi materi Tata Surya secara mandiri maupun kolaboratif. Modul ini dirancang untuk memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak dengan pendekatan pemecahan masalah nyata, sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

b. Bagi Guru

Modul ini dapat menjadi sarana pendukung yang inovatif bagi guru dalam merancang dan menyajikan pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna. Penggunaan *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL ini juga diharapkan dapat mendorong guru untuk meningkatkan profesionalisme melalui pemanfaatan teknologi pendidikan yang selaras dengan perkembangan zaman dan kebutuhan peserta didik.

c. Bagi Sekolah

Pengembangan dan penerapan *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL ini dapat menjadi langkah strategis bagi sekolah dalam menciptakan sistem pembelajaran yang adaptif dan inovatif. Modul ini tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, tetapi juga menjadi representasi dari komitmen sekolah dalam mengintegrasikan teknologi dan pendekatan pembelajaran abad ke-21 ke dalam praktik pendidikan sehari-hari.

E. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Pengembangan *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL ini berlandaskan pada seperangkat asumsi teoritis, empiris, dan kontekstual yang menjadi dasar dalam menentukan karakteristik produk yang dihasilkan, yaitu:

a. Asumsi tentang proses belajar siswa.

Pembelajaran dipandang sebagai proses konstruktif dan aktif di mana siswa berperan membangun sendiri pemahamannya melalui interaksi sosial dan pengalaman belajar bermakna. Teori konstruktivisme (Vygotsky, 1978; Piaget, 1972) dan pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*, Kolb, 1984) menegaskan bahwa pemahaman konseptual tumbuh melalui kegiatan eksploratif. Temuan terbaru (Nurdiana et al., 2023; Handayani & Wahyudi, 2024) juga menunjukkan bahwa pendekatan konstruktivistik berbasis teknologi mampu meningkatkan keterlibatan kognitif dan metakognitif siswa. Oleh karena itu, *Smart Deep Learning Module* digital pembelajaran berbasis PBL diasumsikan dapat menstimulasi kemampuan berpikir kritis melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan kolaboratif.

b. Asumsi tentang efektivitas model PBL.

Model PBL telah terbukti secara empiris mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kreativitas peserta didik (Hmelo-Silver et al., 2019; Arifin & Wulandari, 2023). Pembelajaran berbasis masalah memfasilitasi proses inkuiri, refleksi, dan pemecahan masalah autentik yang relevan dengan kehidupan nyata. Oleh karena itu, integrasi PBL dalam *Smart Deep Learning Module* digital ini diasumsikan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta kemandirian belajar siswa pada materi IPA yang bersifat abstrak seperti Tata Surya.

c. Asumsi tentang pemanfaatan media digital.

Teknologi digital diyakini dapat memperkuat proses belajar dengan memberikan pengalaman visual dan interaktif yang memperdalam pemahaman konsep ilmiah. Berdasarkan teori *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer, 2021), penyajian informasi dalam bentuk teks, suara, gambar, dan animasi secara simultan dapat memfasilitasi pemrosesan informasi yang lebih efisien. Penelitian terbaru oleh Yusuf dan Hartono (2023) serta Setiadi et al. (2024) membuktikan bahwa modul digital berbasis multimedia interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep sains dan retensi memori siswa sekolah dasar.

d. Asumsi tentang kesiapan pengguna.

Guru dan siswa diasumsikan telah memiliki literasi digital dasar yang memadai untuk mengoperasikan perangkat seperti komputer, tablet, atau ponsel pintar selama kegiatan pembelajaran. Selain itu, mereka dianggap memiliki akses terhadap sarana pendukung yang diperlukan, baik di sekolah maupun di rumah. Studi oleh Rahman et al. (2023) menunjukkan bahwa tingkat kesiapan digital guru dan siswa di sekolah dasar telah meningkat signifikan pasca-pandemi, sehingga mendukung implementasi pembelajaran berbasis media digital secara efektif.

e. Asumsi tentang kondisi pembelajaran.

Lingkungan belajar diasumsikan mendukung penerapan pendekatan pembelajaran aktif dan kolaboratif di mana guru berperan sebagai

fasilitator dan pembimbing. Oleh karena itu, suasana belajar yang terbuka, komunikatif, dan berorientasi pada pemecahan masalah dapat tercipta. Berdasarkan pandangan Zulkarnain dan Andayani (2022), keberhasilan pembelajaran berbasis masalah bergantung pada keterbukaan budaya belajar yang mendukung interaksi sosial dan eksplorasi ide antar peserta didik.

Berdasarkan kelima asumsi tersebut, pengembangan *Smart Deep Learning Module* digital berbasis PBL ini dilakukan dengan keyakinan bahwa integrasi teknologi pembelajaran dan pendekatan berbasis masalah akan menciptakan pengalaman belajar yang aktif, relevan, dan berorientasi pada keterampilan berpikir kritis yang menjadi tuntutan pembelajaran abad ke-21.

2. Keterbatasan Pengembangan

Meskipun *Smart Deep Learning Module* digital berbasis PBL ini dikembangkan dengan berlandaskan teori pembelajaran modern dan prinsip teknologi pendidikan terkini, terdapat sejumlah keterbatasan yang menjadi perhatian dalam implementasi produk, yaitu:

a. Keterbatasan ruang lingkup materi.

Modul ini dikembangkan hanya untuk topik *Tata Surya* dalam mata pelajaran IPA kelas VI sekolah dasar, sehingga cakupan penggunaannya belum mencakup seluruh kompetensi dasar dalam bidang sains. Penelitian lanjutan diperlukan untuk memperluas penerapan modul ini

pada tema-tema IPA lainnya seperti energi, gaya, dan ekosistem (Suryani & Fadilah, 2024).

b. Keterbatasan pada subjek dan konteks uji coba.

Uji coba pengembangan dilakukan secara terbatas pada beberapa sekolah dasar di wilayah tertentu yang memiliki fasilitas digital memadai. Oleh karena itu, hasil efektivitas produk mungkin berbeda apabila diterapkan pada sekolah dengan kondisi geografis, sosial, atau infrastruktur yang berbeda (Kurniawati & Hasanah, 2023).

c. Keterbatasan teknis dan infrastruktur.

Penggunaan *Smart Deep Learning Module* digital ini memerlukan dukungan perangkat digital serta sumber daya listrik yang stabil. Efektivitas pembelajaran dapat menurun ketika jaringan listrik atau perangkat tidak memadai. Hal ini sejalan dengan hasil riset Maulana & Putri (2022) yang menekankan pentingnya kesiapan infrastruktur digital dalam keberhasilan implementasi media pembelajaran interaktif.

d. Keterbatasan pada pembaruan konten.

Versi awal modul ini belum dilengkapi dengan sistem pembaruan otomatis atau fitur integrasi berbasis daring, sehingga perlu dilakukan pemutakhiran berkala agar isi modul tetap sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kurikulum, dan teknologi pembelajaran terbaru (Sari & Pradana, 2025).

Pertimbangan terhadap keterbatasan tersebut mendorong pengguna untuk memanfaatkan *Smart Deep Learning Module* digital berbasis

PBL ini secara adaptif dan kontekstual, sesuai dengan asumsi pengembangannya serta kondisi sarana dan kompetensi yang tersedia di lingkungan sekolah masing-masing.