

## Inovasi Pembelajaran dengan *Augmented Reality* dan *Deep Learning* Pada Pendidikan Dasar: Menciptakan Pengalaman Belajar yang Imersif dan Adaptif

Hijratul Hasri<sup>1</sup>, Mappanyompa<sup>2</sup>, M. Musfiatul Wardi<sup>3</sup>, Mustapa Ali<sup>4</sup>, Aqodiah<sup>5</sup>, Baiq Ida Astini<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

<sup>1</sup>[hijratulhasri@gmail.com](mailto:hijratulhasri@gmail.com), <sup>2</sup>[myompa@ummat.ac.id](mailto:myompa@ummat.ac.id), <sup>3</sup>[musfet14@gmail.com](mailto:musfet14@gmail.com), <sup>4</sup>[alimustofa1985@ummat.ac.id](mailto:alimustofa1985@ummat.ac.id),

<sup>4</sup>[aqodiah@ummat.ac.id](mailto:aqodiah@ummat.ac.id), <sup>4</sup>[idabaiq80@ummat.ac.id](mailto:idabaiq80@ummat.ac.id)

### ABSTRACT

#### Keywords:

*Augmented Reality, Deep Learning, Educational Innovation, Digital Learning Personalized Learning,*

*This study aims to examine the integration of Augmented Reality (AR) and Deep Learning (DL) as innovations in digital-era education. Using the Systematic Literature Review (SLR) method, this study analyzes scientific literature published between 2016 and 2025, obtained from various databases such as Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, and Google. The selection and data extraction processes were carried out systematically based on strict inclusion and exclusion criteria. The synthesis results indicate that AR is effective in enhancing students' motivation, engagement, and conceptual understanding through interactive visualizations. Meanwhile, DL enables data-driven personalized learning, allowing instructional strategies to be adaptively tailored to individual needs. The combination of these two technologies has the potential to create more immersive and contextual learning experiences; however, its implementation still faces challenges related to infrastructure, teacher competency, and data privacy issues. This study recommends further research on hybrid AR-DL models, ethical considerations, and strengthening teacher training to optimize 21st-century learning.*

#### Kata Kunci:

*Augmented Reality, Deep Learning, Inovasi Pembelajaran, , Pembelajaran Digital, Personalisasi Pendidikan*

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji integrasi *Augmented Reality* (AR) dan *Deep Learning* (DL) sebagai inovasi dalam pembelajaran di era digital. Dengan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), studi ini menganalisis literatur ilmiah yang dipublikasikan antara tahun 2016–2025, diperoleh dari berbagai basis data seperti Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google. Proses seleksi dan ekstraksi data dilakukan secara sistematis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Hasil sintesis menunjukkan bahwa AR efektif meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman konseptual peserta didik melalui visualisasi interaktif. Sementara itu, DL memungkinkan personalisasi pembelajaran berbasis data, sehingga strategi instruksional dapat disesuaikan secara adaptif dengan kebutuhan individu. Sintesis kedua teknologi ini berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang lebih imersif dan kontekstual; namun, implementasinya masih dihadapkan pada tantangan infrastruktur, kompetensi pendidik, serta isu privasi data. Studi ini merekomendasikan penelitian lebih lanjut terhadap model hybrid AR-DL, evaluasi aspek etis, dan penguatan pelatihan guru guna optimalisasi pembelajaran abad ke-21.

#### Article History:

Received : 01-09-2025

Accepted : 30-10-2025



This is an open access article under the **CC-BY-SA** license



## A. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mengubah secara mendasar paradigma pendidikan di era digital. Tidak hanya memperluas akses terhadap pengetahuan, TIK mendorong pendidik dan institusi pendidikan untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih inovatif, adaptif, serta relevan dengan tuntutan abad ke-21 (Kusuma & Muharom, 2024). Teknologi kini berperan sebagai katalisator pembelajaran yang fleksibel, interaktif, dan personal. Seiring perubahan tersebut, peran guru pun mengalami pergeseran: dari penyampai informasi menjadi fasilitator yang membimbing serta mengelola ekosistem pembelajaran digital (Aji et al., 2023). Dalam situasi ini, penguasaan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis menjadi kompetensi utama yang harus dibentuk, sehingga inovasi pembelajaran menjadi kebutuhan mendesak agar sistem pendidikan tetap relevan.

Namun, model pembelajaran konvensional masih banyak dipraktikkan, ditandai dengan guru sebagai pusat informasi dan siswa sebagai penerima pasif. Model ini belum efektif mendorong partisipasi serta pemahaman konseptual peserta didik (Awaliah & Risan, 2023). Kurangnya variasi strategi dan pemanfaatan media interaktif menyebabkan keterlibatan kognitif siswa relatif rendah. Oleh sebab itu, inovasi model belajar berorientasi siswa sangat diperlukan. Penerapan pendekatan seperti *flipped classroom*, misalnya, mendorong kemandirian belajar melalui pemahaman materi sebelum tatap muka (Yusuf, 2025). Integrasi strategi *Deep Learning* juga terbukti memperkuat kemampuan berpikir kritis dan pemahaman mendalam terhadap materi pembelajaran (Mohammad et al., 2025). Transformasi metode pembelajaran menjadi hal yang mendesak guna menjawab tantangan abad ke-21 dan menyesuaikan pendidikan dengan karakter peserta didik masa kini.

Salah satu inovasi digital yang menonjol adalah *Augmented Reality* (AR), yang mampu menciptakan pengalaman belajar lebih menarik dan bermakna. Teknologi ini memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan objek virtual dalam lingkungan nyata, sehingga konsep abstrak dapat divisualisasikan secara konkret dan kontekstual (Dendodi et al., 2024). Studi menunjukkan bahwa penggunaan AR meningkatkan motivasi dan partisipasi aktif siswa melalui penyajian materi pembelajaran yang interaktif (Sumatraputra et al., 2023). AR juga menawarkan fleksibilitas dan memungkinkan guru menyesuaikan pendekatan pembelajaran dengan gaya belajar siswa, khususnya pada mereka yang visual dan kinestetik (Syahbania et al., 2025). Di tingkat sekolah dasar, AR berdampak positif terhadap pemahaman materi konseptual (Purwanto et al., 2025), serta membangun dinamika interaksi dan keterlibatan aktif selama pembelajaran lintas jenjang dan mata pelajaran.

Di sisi lain, *Deep Learning* (DL) cabang kecerdasan buatan berbasis jaringan saraf tiruan menghadirkan perubahan dalam pengelolaan pembelajaran melalui analisis data peserta didik secara waktu nyata dan adaptif. Pemanfaatan big data pendidikan melalui DL memungkinkan penyesuaian materi, jalur belajar, serta strategi pengajaran yang lebih personal, sesuai keterlibatan dan performa individu (YU et al., 2024). Evaluasi perilaku dan capaian belajar menjadi lebih presisi dibanding metode konvensional (Minjun, 2019). Kemajuan *Deep Knowledge Tracing* (DKT) bahkan membuat sistem mampu memantau perkembangan pengetahuan pelajar secara akurat dan menyarankan sumber belajar yang relevan (Kuo et al., 2024). Namun, tantangan terkait privasi data dan keterbatasan interpretasi model DL masih perlu diatasi (YU et al., 2024).

Hasil penelitian mutakhir semakin menguatkan bukti bahwa integrasi AR pada pembelajaran mampu meningkatkan capaian belajar di berbagai bidang keilmuan dan pendidikan praktis. Penggunaan materi ajar digital berbasis AR menstimulus keterampilan penting abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, dan komunikasi (Azhar et al., 2024). Dalam pembelajaran biologi, e-modul AR meningkatkan literasi digital secara signifikan dibanding metode konvensional (Tamam & Qomaria, 2023), meskipun efektivitas jangka panjangnya masih memerlukan penelitian lanjutan.

(Mamuaya et al., 2025). Di pembelajaran praktis seperti seni bela diri, media AR turut membentuk ekosistem belajar yang kolaboratif dan responsif terhadap materi (Ouf et al., 2025). Pemanfaatan AR secara meluas pada pendidikan inklusif terbukti mampu meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik berkebutuhan khusus berkat pengalaman interaktif yang dihadirkan (Khan et al., 2019). Kendati demikian, keterbatasan teknis, kurangnya pelatihan bagi guru, serta sempitnya lingkup penelitian tetap menjadi tantangan implementasi di lapangan (Marín-Rodriguez et al., 2023)

Literatur terbaru menyoroti pemanfaatan AR secara meluas dalam pendidikan inklusif. AR mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan minat belajar peserta didik berkebutuhan khusus melalui pengalaman interaktif yang ditawarkan (Khan et al., 2019). Penerapan AR sebagian besar masih berfokus pada bidang sains dan pembelajaran kolaboratif. Namun, beberapa kendala seperti keterbatasan teknis, kurangnya pelatihan guru, dan cakupan penelitian yang masih sempit menjadi tantangan nyata. Khusus di bidang pendidikan jasmani, integrasi AR untuk peserta didik dengan hambatan belajar masih minim dan memerlukan eksplorasi lebih jauh (Marín-Rodriguez et al., 2023).

Mengingat kemajuan maupun tantangan implementasi AR dan DL di dunia pendidikan, penting untuk mengkaji secara sistematis literatur yang membahas penerapan kedua teknologi tersebut dalam inovasi pembelajaran. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi, strategi implementasi, dan tantangan utama integrasi AR dan DL dalam konteks pendidikan. Kajian ini diharapkan memperjelas bagaimana sinergi AR dan DL dapat mewujudkan pengalaman belajar imersif, imersif, serta adaptif. Artikel ini juga ingin mengidentifikasi gap riset terkait minimnya eksplorasi model pembelajaran hybrid yang memadukan AR dan DL secara integratif. Dengan mengadopsi pendekatan *Systematic Literature Review*, diharapkan kontribusi ilmiah ini dapat mendukung pengembangan model pembelajaran inovatif dan responsif terhadap kebutuhan pendidikan abad ke-21.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berbasis pendekatan kualitatif untuk menelaah secara kritis beragam penelitian terkait integrasi *Augmented Reality* (AR) dan *Deep Learning* (DL) dalam inovasi pembelajaran. Proses kajian dilakukan dengan mengidentifikasi, mensintesis, dan menganalisis secara holistik pola pemanfaatan kedua teknologi tersebut, sehingga dapat diperoleh gambaran utuh mengenai potensi, tantangan, serta strategi implementasi AR dan DL yang relevan dalam menciptakan pembelajaran inovatif, adaptif, dan kontekstual di era digital. Pencarian literatur dilaksanakan secara komprehensif pada periode Januari hingga Mei 2025, dengan memanfaatkan beberapa pangkalan data akademik terkemuka, seperti Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Kata kunci utama yang digunakan antara lain "*Augmented Reality* in education", "*Deep Learning* in education", "personalized learning", dan "immersive learning experience" baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Artikel yang dicari dibatasi pada publikasi yang terbit dalam rentang waktu 2016 hingga 2025 untuk memastikan relevansi dan kebaruan informasi.

Dalam proses seleksi, ditetapkan kriteria inklusi berupa artikel ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal atau prosiding konferensi yang telah menjalani proses peer-review. Sementara itu, artikel yang tidak relevan secara tematik, termasuk artikel populer, opini, editorial, serta dokumen non-akademik, atau yang tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap dan belum melalui proses peer-review, dikeluarkan dari analisis sebagai bagian dari kriteria eksklusi. Artikel yang memenuhi persyaratan tersebut kemudian dianalisis secara komprehensif melalui tahapan seleksi berjenjang, mulai dari penyaringan judul, evaluasi abstrak, hingga penelaahan isi secara mendalam. Pada tahap ekstraksi data, digunakan format standar yang memuat informasi mengenai identitas penulis, tahun terbit, metodologi penelitian, konteks pendidikan, jenis teknologi yang digunakan (*Augmented Reality* dan *Deep Learning*), serta temuan utama terkait efektivitas dan kontribusi teknologi tersebut dalam

proses pembelajaran. Seluruh tahapan dilakukan secara sistematis dengan pendekatan analisis tematik dan teknik kategorisasi manual guna menghasilkan sintesis yang komprehensif, transparan, serta mampu mengidentifikasi pola kontribusi, tren riset terbaru, dan tantangan dalam implementasi, serta celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut sehingga dapat dipertanggung jawabkan.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap hasil-hasil penelitian mengenai implementasi teknologi dalam pendidikan menunjukkan adanya kecenderungan yang kuat terhadap pemanfaatan *Augmented Reality* (AR), *Deep Learning* (DL), serta integrasi keduanya untuk mendukung pembelajaran yang lebih imersif, adaptif, dan personal. Tabel berikut disusun untuk memetakan fokus dan kontribusi masing-masing studi berdasarkan kategori tematik. Adapun kategori yang dikembangkan meliputi: (1) Penerapan AR dalam pembelajaran dasar dan kontekstual, (2) Peran AR dalam meningkatkan motivasi dan retensi pembelajaran, (3) Pemanfaatan DL untuk mendukung pembelajaran adaptif serta analisis perilaku belajar, dan (4) Inovasi integratif melalui penggabungan AR dan DL dalam sistem tutor digital adaptif. Pengelompokan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih sistematis terhadap arah dan karakteristik penelitian kontemporer dalam bidang teknologi pendidikan berbasis kecerdasan buatan dan realitas imersif. Hasil Analisis dan Pengelompokan Penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis dan Pengelompokan Penelitian

No	Bidang atau Fokus	Nama-Nama Penulis	Isight atau variable Riset
1	Peningkatan Literasi melalui <i>Augmented Reality</i>	Mu'afiqoh & Wachidah (2024)	AR terbukti meningkatkan kemampuan literasi dasar siswa kelas II SD melalui pre-post test berbasis konten interaktif.
2	Penguatan Motivasi dan Retensi Belajar melalui AR	Firgiyana & Utomo (2024); Tamam & Qomaria (2023); Osman et al. (2023)	AR mendorong motivasi intrinsik, memperkuat retensi informasi, serta mendukung aspek afektif melalui model ARCS.
3	Adaptasi Pembelajaran melalui <i>Deep Learning</i>	Rosalina & Tjong (2022); Singh et al. (2022)	DL memungkinkan penyesuaian materi secara personal dengan neural network; prediksi perilaku belajar dengan CNN-LSTM.
4	Peran DL dalam Penguatan Akademik dan Kognitif	Hammadi et al. (2023)	Strategi DL meningkatkan nilai akademik siswa SMA serta membangun kecakapan praktis melalui jalur belajar adaptif.
5	Integrasi Strategis AR dan DL dalam Sistem Pembelajaran Personal	Rosalina & Tjong (2022); Hammadi et al. (2023); Singh et al. (2022)	Kombinasi AR dan DL membentuk sistem pembelajaran adaptif, interaktif, dan visual, berbasis perilaku dan capaian siswa.

Tabel 1 menampilkan fokus dan ruang lingkup dari berbagai studi yang telah dikelompokkan berdasarkan pendekatan teknologi dan bidang penerapannya dalam konteks pendidikan. Fokus utama penelitian yang tergolong dalam bidang *Augmented Reality* berkisar pada penguatan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang bersifat interaktif dan kontekstual. Sementara itu, penelitian yang berfokus pada *Deep Learning* cenderung mengeksplorasi penerapan algoritma pembelajaran mesin untuk mendukung personalisasi materi, pengambilan keputusan pembelajaran, serta pemantauan perilaku peserta didik secara real-time. Studi yang mengintegrasikan AR dan DL menunjukkan potensi transformatif dalam menciptakan sistem pembelajaran digital yang adaptif dan dinamis, dengan kemampuan menyajikan materi

yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga selaras dengan kebutuhan dan preferensi individu siswa. Dengan demikian, tabel ini tidak hanya menggambarkan keragaman pendekatan, tetapi juga mempertegas arah pengembangan teknologi pendidikan ke depan yang bersifat multidimensi dan berbasis data.

### **1. Peningkatan Keterlibatan dan Motivasi Belajar melalui Implementasi *Augmented Reality* dalam Pembelajaran**

Penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran terbukti memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan keterlibatan dan motivasi peserta didik. Integrasi AR dalam pembelajaran membaca pada siswa kelas II SD telah dibuktikan dapat meningkatkan kemampuan literasi secara nyata, sebagaimana dilaporkan oleh (Mu'afiqoh & Wachidah, 2024) melalui hasil uji pre-post test yang signifikan. Dampak serupa juga ditemukan dalam pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan di kelas VI, di mana (Firgiyana & Arief Cahyo Utomo, 2024) mengemukakan adanya kenaikan motivasi belajar siswa secara substansial setelah penerapan media berbasis AR. Selain itu, temuan dari (Tamam & Qomaria, 2023) menunjukkan bahwa penggunaan AR pada pembelajaran biologi dapat memperkuat retensi informasi dan memotivasi siswa secara intrinsik, sedangkan (Osman et al., 2023) menunjukkan adanya peningkatan motivasi hingga 20,10% serta penguatan aspek motivasional berdasarkan model ARCS.

Karakteristik utama AR yang interaktif, multimodal, dan kontekstual mampu mendorong siswa untuk belajar secara aktif dan memperdalam pemahaman terhadap konsep abstrak, serta membangun keterlibatan emosional dalam proses pembelajaran (Shaikh Mohammed Shaukat, 2023). Hal ini menegaskan bahwa AR tidak hanya berdampak pada perkembangan kognitif, melainkan juga efektif dalam mengembangkan motivasi dan keterikatan belajar secara afektif (Sinaga & Firmansyah, 2024).

Efektivitas AR dalam pembelajaran sangat sejalan dengan model ARCS yang menekankan empat aspek utama motivasi, yaitu perhatian, relevansi, kepercayaan diri, dan kepuasan. AR mampu menghadirkan pengalaman belajar yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga bermakna melalui partisipasi aktif dan umpan balik langsung. Pendekatan ini juga konsisten dengan prinsip konstruktivisme yang mementingkan pengalaman belajar kontekstual dan keterlibatan peserta didik untuk penguatan pemahaman konsep. Lebih jauh, studi lanjutan oleh (Taufiqurrahman, 2022) menegaskan bahwa implementasi AR dalam pembelajaran PKn efektif dalam meningkatkan pemahaman nilai-nilai kewarganegaraan sekaligus motivasi belajar siswa.

Dengan demikian, integrasi AR dalam beragam jenjang pendidikan dan bidang studi terbukti dapat meningkatkan kualitas proses maupun hasil belajar siswa. Meta-analisis oleh (Purwanto et al., 2025) pun mempertegas bahwa teknologi immersive seperti AR dan VR memiliki kontribusi signifikan dalam peningkatan pemahaman konsep, keterlibatan aktif, serta kemampuan berpikir kritis yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad ke-21.

### **2. Kontribusi *Deep Learning* dalam Mewujudkan Pembelajaran Adaptif dan Personal bagi Peserta Didik**

Pendekatan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) telah terbukti memainkan peran strategis dalam memperkuat sistem pembelajaran adaptif dan personalisasi pendidikan. Berdasarkan studi dari (Barbieri et al., 2024) dalam artikel Leveraging AI in E-Learning mengungkap bahwa sistem pembelajaran berbasis *Deep Learning* mampu berfungsi sebagai "mitra belajar" di lingkungan berbasis praktik, dengan hasil prediksi performa siswa mencapai 98% akurasi. Temuan ini menunjukkan efektivitas model jaringan saraf tiruan dalam memberikan intervensi personal secara real-time dan mendukung pelayanan belajar sepanjang waktu, menyerupai konsep "guru digital".

Berdasarkan penelitian dari (Osman et al., 2023) melakukan penelitian kuasi-eksperimental pada siswa SMP tingkat VIII dan menemukan bahwa implementasi strategi pembelajaran mendalam secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional. Hasil ini menunjukkan efektivitas pendekatan *Deep Learning* dalam memperkuat keterampilan berpikir analitis dan reflektif siswa dalam konteks matematika (Implementasi Pembelajaran Mendalam terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa).

Selain itu, Pendekatan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) juga secara efektif mendukung sistem rekomendasi konten yang dipersonalisasi dalam pendidikan. Metode seperti Convolutional Neural Networks (CNN) dan Recurrent Neural Networks (RNN/LSTM) telah terbukti mampu mengekstrak fitur kompleks dari materi ajar (teks, multimedia) serta perilaku siswa, sehingga sistem dapat menyuguhkan sumber belajar yang relevan sesuai preferensi dan interaksi pengguna (Salau et al., 2022).

Berdasarkan hasil-hasil empiris tersebut, dapat ditafsirkan bahwa pembelajaran mendalam bukan hanya meningkatkan kualitas konten, tetapi juga memfasilitasi adaptasi instruksional secara real-time dan intervensi berbasis data. Dengan menyediakan rekomendasi materi dan strategi belajar yang disesuaikan secara individual, teknologi ini memungkinkan pembelajaran yang responsif terhadap karakteristik peserta didik. Namun, perlu dicermati tantangan signifikan seperti kebutuhan komputasi tinggi, keterbatasan transparansi algoritmik, serta tantangan etis dalam pengelolaan data siswa. Oleh karena itu, implementasi *Deep Learning* dalam pendidikan harus dilengkapi dengan strategi sistematis, integrasi regulasi kebijakan, dan peningkatan literasi data bagi para pendidik serta pelaku pendidikan lainnya agar teknologi ini dapat berfungsi sebagai instrumen edukatif yang transformasional dan berkelanjutan.

### **3. Integrasi *Augmented Reality* dan *Deep Learning* sebagai Pendekatan Simultan untuk Meningkatkan Pengalaman dan Hasil Belajar Peserta Didik**

Implementasi simultan *Augmented Reality* (AR) dan *Deep Learning* (DL) dalam pembelajaran menawarkan peluang strategis untuk menghadirkan proses belajar yang lebih imersif, adaptif, dan personal. Salah satu inovasi yang telah dikembangkan adalah digital tutor berbasis DL yang memanfaatkan algoritma neural network dengan tingkat akurasi hingga 98% dalam menyesuaikan materi pembelajaran berdasarkan kebutuhan individu peserta didik (Sarker, 2021). Selain itu, AR memungkinkan konten pembelajaran disajikan secara interaktif dan kontekstual, memperkaya proses eksplorasi serta pemahaman konsep-konsep abstrak melalui visualisasi tiga dimensi dan interaksi real-time (Dendodi et al., 2024). Integrasi kedua teknologi ini mendorong terciptanya sistem pembelajaran adaptif, di mana materi, jalur, dan metode dapat dioptimalkan secara otomatis berdasarkan data interaksi dan capaian belajar siswa.

Berdasarkan studi (Hammadi et al., 2023) menunjukkan bahwa pemanfaatan strategi DL pada pembelajaran matematika tingkat SMA memberikan peningkatan skor hasil belajar serta kecerdasan praktis siswa. Pada penerapan lain, model CNN-LSTM yang dikembangkan oleh (Singh et al., 2022) dalam pelatihan kognitif mampu memprediksi kepatuhan harian dengan F-score rata-rata 75,5%, menandakan efektivitas analisis perilaku sekuensial dalam mendukung pembelajaran adaptif. Dalam konteks pengintegrasian AR dan DL, sistem tutor digital yang adaptif mampu memberikan umpan balik berbasis rekam jejak perilaku siswa dan menampilkan materi atau aktivitas belajar secara visual maupun menyeluruh sesuai preferensi belajar individu.

Namun demikian, implementasi hybrid AR dan DL masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur teknologi, kebutuhan pelatihan serta kompetensi guru, serta isu privasi data dan interpretabilitas model kecerdasan buatan. Upaya peningkatan mutu pembelajaran melalui integrasi kedua teknologi ini menuntut adanya sinergi dari pengembangan perangkat teknologi, tata kelola data yang etis, dan pelatihan SDM pendidikan yang berkelanjutan, agar manfaatnya dapat dioptimalkan secara luas di berbagai konteks pendidikan.

Literatur hybrid learning serta riset pedagogi AI-AR juga menekankan pentingnya kemitraan strategis dan penelitian lanjutan untuk memastikan integrasi AR dan DL berjalan efektif, adaptif, serta mampu menjawab kompleksitas kebutuhan belajar masa kini. Dengan demikian, potensi AR dan DL dalam mengakselerasi transformasi pendidikan perlu terus dieksplorasi melalui desain model pembelajaran yang responsif, inklusif, dan berorientasi pada kebutuhan individual peserta didik. Perkembangan variable riset dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Perkembangan Variabel Riset

Berdasarkan analisis terhadap berbagai kata kunci yang merepresentasikan variabel riset utama, dapat diinterpretasikan bahwa integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Deep Learning* (DL) dalam pembelajaran telah memunculkan empat domain krusial yang saling berinteraksi: karakteristik teknologi AR, dampak terhadap peserta didik, kesiapan dan tantangan implementasi, serta kolaborasi simultan antara AR dan DL. AR berperan besar dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar melalui pengalaman visualisasi yang imersif dan interaktif, serta pendekatan pedagogis seperti model ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) yang mampu mendorong retensi informasi secara optimal. Visualisasi berbasis AR tidak hanya membuat pembelajaran lebih menarik, tetapi juga membangun pemahaman yang lebih konkret terhadap materi yang abstrak.

Lebih jauh, penerapan AR dan DL berdampak langsung pada peserta didik melalui peningkatan keterlibatan emosional dan motivasi belajar, pemahaman konsep yang lebih dalam, serta pengalaman belajar yang responsif dan adaptif terhadap kebutuhan individual. Hasil ini memperkuat bukti bahwa penggabungan teknologi edukatif dengan pendekatan personal mampu mengembangkan aspek kognitif dan afektif secara bersamaan. Namun demikian, keberhasilan implementasi teknologi ini tidak lepas dari tantangan nyata, termasuk kesiapan guru dalam hal kompetensi digital, keterbatasan infrastruktur teknologi di berbagai wilayah, serta pentingnya perhatian terhadap etika penggunaan data, khususnya dalam konteks pembelajaran berbasis kecerdasan buatan.

Dalam konteks yang lebih integratif, kolaborasi AR dan DL menjadi langkah strategis untuk menciptakan sistem pembelajaran yang holistik yakni memadukan kekuatan visualisasi kontekstual dari AR dengan kemampuan adaptasi cerdas dari DL. Kolaborasi ini memungkinkan penyusunan jalur pembelajaran yang bersifat imersif dan adaptif berdasarkan kebutuhan, preferensi, serta data interaksi siswa secara real-time. Dengan demikian, sistem pembelajaran masa depan yang berbasis AR dan DL tidak hanya menjanjikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif, tetapi juga mendukung tujuan pendidikan yang lebih inklusif, adaptif, dan transformatif.

#### **D. SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai studi terkini, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan *Deep Learning* (DL), baik secara individual maupun terintegrasi, memiliki peran strategis dalam mereformasi sistem pembelajaran menuju model yang

lebih adaptif, personal, dan berbasis konteks. AR secara konsisten menunjukkan efektivitas dalam meningkatkan partisipasi aktif dan motivasi belajar peserta didik melalui penyajian materi yang bersifat imersif, multimodal, dan interaktif. Di sisi lain, DL mendukung pembelajaran yang bersifat personal dengan cara memanfaatkan analisis data interaksi siswa secara real-time untuk menyesuaikan materi dan strategi pembelajaran. Sinergi antara kedua teknologi ini berpotensi menghasilkan ekosistem pembelajaran yang mampu merespons kebutuhan peserta didik secara komprehensif, baik pada aspek kognitif maupun afektif. Meski demikian, keberhasilan penerapan integratif ini tetap bergantung pada ketersediaan infrastruktur digital, kesiapan sumber daya manusia, dan desain pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa.

Meskipun hasil-hasil penelitian menunjukkan manfaat AR dan DL secara terpisah, masih terdapat kekosongan kajian dalam hal penerapan keduanya secara terpadu dalam konteks pembelajaran yang kompleks dan multikultural. Sebagian besar riset hanya menekankan efektivitas satu teknologi, sehingga belum banyak yang mengkaji potensi integratif dan implikasi pedagogis dari penggunaan AR dan DL secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang fokus pada pengembangan dan evaluasi model pembelajaran berbasis integrasi AR–DL yang fungsional dan aplikatif, khususnya pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Riset semacam ini juga harus mempertimbangkan aspek etis dalam pengelolaan data peserta didik, potensi bias algoritmik, kesiapan budaya institusi pendidikan, serta dampaknya terhadap evaluasi pembelajaran dan kesejahteraan siswa. Di samping itu, urgensi penguatan literasi data bagi pendidik, penyesuaian kurikulum terhadap perkembangan teknologi, serta penyusunan kerangka evaluasi pembelajaran berbasis kecerdasan buatan dan realitas augmentasi menjadi agenda penting untuk mewujudkan sistem pendidikan yang cerdas, etis, dan berkelanjutan di era digital.

## REFERENSI

- Aji, B., Kartika, I., Putri, C., Mahestra, R. R., Khasanah, S. U., Putri, L. A., & Industri, F. T. (2023). Mendekonstruksi Pendidikan Digital: Kurikulum the Output of Renewable Innovation is Progressing (OERIP) Sebagai Katalisator Transformasi Pendidikan Berbasis Riset dan Inovasi. *Prosiding Seminar Nasional Kemahasiswaan*, 1(1), 23–30. <https://jurnal.fkip.unismuh.ac.id/index.php/prosidingunimbone/article/view/1449>
- Awaliah, N., & Risan, R. (2023). Penerapan model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran di kelas V SD Negeri Centre Malino Kabupaten Gowa. *JURNAL INDOPEdia (Inovasi Pembelajaran Dan Pendidikan)*, 1(4), 1095–1101.
- Azhar, M., Wahyudi, H., & Yolanda, D. (2024). Integrasi Teknologi dalam Buku Ajar : Menyongsong Keterampilan Abad 21. *Uluwwul Himmah Education Research Journal*, 1(1), 43–55. <https://irbijournal.com/index.php/uherj/index>
- Barbieri, U., Marsico, E., Picci, L., Di Fuccio, R., & Cassese, F. P. (2024). the Future of Education: Personalized Learning Through Adaptive Intelligent Tutoring Systems With Natural Language and *Deep Learning*. *Italian Journal of Health Education, Sport & Inclusive Didactics*, 8(3), 1–11. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.32043/gsd.v8i3.1179?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.32043/gsd.v8i3.1179&crl=c>
- Dendodi, D., Simarona, N., Elpin, A., Bahari, Y., & Warneri, W. (2024). Analisis Penerapan *Augmented Reality* dalam Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran Sains di Era Digital. *ALACRITY: Journal of Education*, 4(3), 293–304. <https://doi.org/10.52121/alacrity.v4i3.456>
- Firgiyana, D., & Arief Cahyo Utomo. (2024). the Implementation of *Augmented Reality*-Based Learning Media on Civics Subject To Increase Learning Motivation of Elementary School Students. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 10(2), 346–358. <https://doi.org/10.31949/jcp.v10i2.8864>
- Hammadi, S. S., Majeed, B. H., & Hassan, A. K. (2023). Impact of *Deep Learning* Strategy in Mathematics Achievement and Practical Intelligence among High School Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(6), 42–52. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i06.38615>
- Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an *Augmented Reality* Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7208494>
- Kusuma, M. T. A., & Muharom, F. (2024). Transformasi Peran Pendidik dan Tren Pembelajaran Digital di Era Teknologi. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 1(2), 84–97. <https://doi.org/10.70895/ijce.v1i2.29>



- Mamuaya, N. C., SE, M. M., Wahyudi, M. P., Syah, N., CST, M. P., Arifin, M. Z., Jefri Kurniawan, S. T., Pratama, A. H. S., SP, M. S., & Sari, I. G. P. (2025). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Azzia Karya Bersama.
- Marín-Rodriguez, W. J., Andrade-Girón, D. C., Zúñiga-Rojas, M., Susanibar-Ramirez, E. T., Calvo-Rivera, I. P., Ausejo-Sanchez, J. L., & Caro-Soto, F. G. (2023). Artificial Intelligence and *Augmented Reality* in Higher Education: a systematic review. *Data and Metadata*, 2. <https://doi.org/10.56294/dm2023121>
- Minjun, C. (2019). *A Study of Personalized Learning Behavior Evaluation Method Based on Deep Neural Network*. *Ietrc*, 676–680. <https://doi.org/10.25236/ietrc.2019.144>
- Mohammad, A. N., Muhammad, P. I., Fiqi, H. H., & Muhammad, Z. N. (2025). Strategi Menumbuhkan Minat Belajar Siswa Melalui Pendekatan *Deep Learning*. *Jurnal Muassis Pendidikan Dasar*, 4(1), 8–16.
- Mu'afiqoh, E. B., & Wachidah, K. (2024). Meningkatkan Kemampuan Membaca Siswa Kelas II dengan *Augmented Reality*. *Teaching, Learning and Development*, 2(2), 101–108. <https://doi.org/10.62672/telad.v2i2.35>
- Osman, S., Abdullah, A. Z., & Hazali, H. A. (2023). *Augmented Reality* Application: An Approaches to Enhance Students Motivation in Learning PC Assembly. *Journal of Technology and Humanities*, 4(1), 25–35. <https://doi.org/10.53797/jthkkss.v4i1.3.2023>
- Ouf, S., Ahmed, S., & Helmy, Y. (2025). A blockchain based *Deep Learning* framework for a smart learning environment. *Scientific Reports*, 15(1), 1–28. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03688-z>
- Purwanto, V. D., Putra, A., & Suhendro, P. (2025). PENGGUNAAN MEDIA *AUGMENTED REALITY* SEBAGAI UPAYA DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA SEKOLAH DASAR. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(02), 285–296.
- Salau, L., Hamada, M., Prasad, R., Hassan, M., Mahendran, A., & Watanobe, Y. (2022). State-of-the-Art Survey on *Deep Learning*-Based Recommender Systems for E-Learning. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/app122311996>
- Sarker, I. H. (2021). *Deep Learning*: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, 2(6). <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1>
- Shaikh Mohammed Shaukat. (2023). Exploring the Potential of *Augmented Reality* (AR) and Virtual Reality (VR) in Education. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 52–57. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-12108>
- Sinaga, W. M. B. B., & Firmansyah, A. (2024). Perubahan Paradigma Pendidikan di Era Digital. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(4), 10. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i4.492>
- Singh, A., Chakraborty, S., He, Z., Tian, S., Zhang, S., Lustria, M. L. A., Charness, N., Roque, N. A., Harrell, E. R., & Boot, W. R. (2022). *Deep Learning*-based predictions of older adults' adherence to cognitive training to support training efficacy. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.980778>
- Sumatraputra, A. N., Tapanuli, F. M., & Maringgita, I. (2023). Pemanfaatan Aplikasi Interaktif Berbasis *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Menengah. *Jurnal Literasi Digital*, 3(3), 160–170.
- Syahbania, D., Berliana, I., & Fadillah, I. (2025). PEMANFAATAN *AUGMENTED REALITY* SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI SEKOLAH. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(1).
- Tamam, B., & Qomaria, N. (2023). Implementation of *Augmented Reality* In Biology Learning: Its Effect on Learning Motivation and Retention. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(1), 17–22. <https://doi.org/10.23887/jere.v7i1.59038>
- Taufiqurrahman, M. (2022). Penerapan Teknologi dalam Pendidikan Inklusif: Tantangan dan Solusi. *PROGRESSA: Journal of Islamic Religious Instruction*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.32616/pgi.v6.1.454.1-15>
- YU, R., YAO, T., & BAI, F. (2024). Educational Big Data Analytics for Futuristic Smart Learning Using *Deep Learning* Techniques. *Scalable Computing*, 25(4), 2728–2735. <https://doi.org/10.12694/scpe.v25i4.2988>
- Yusuf, M. (2025). Flipped Classroom: Revolusi Pengajaran dalam Meningkatkan Partisipasi Siswa. *Academicus: Journal of Teaching and Learning*, 4(1), 27–44. (<https://doi.org/10.59373/academicus.v4i1.80>)