

AR MENDORONG TRANSFORMASI DIGITALISASI DEEP LEARNING

Para Mitta Purbosari, Universitas Veteran Bangun Nusantara

Nurratri Kurnia Sari✉, Universitas Veteran Bangun Nusantara

Annisa Rohimatul Nur Hasanah, Universitas Veteran Bangun Nusantara

✉ nuurratrikurniasari@gmail.com

Abstract: Advances in digital technology have driven the use of Augmented Reality and Deep Learning as innovations that support the transformation of learning in the modern educational era. This study aims to analyze the role of integrating AR and Deep Learning in improving the quality of learning, particularly in elementary education. The method used is a Systematic Literature Review (SLR), which involves identifying, selecting, evaluating, and synthesizing relevant scientific articles from various reputable databases. The results of the study indicate that AR can enhance the visualization of learning materials, learning motivation, student engagement, and conceptual understanding through interactive learning experiences. Deep Learning plays a role in supporting adaptive learning by analyzing student data so that instruction can be tailored to individual needs. The integration of these two technologies creates a more effective, personalized, and meaningful learning experience, while also supporting the development of 21st century competencies. However, their implementation still faces challenges related to infrastructure readiness, educator competencies, and resource availability. Therefore, collaboration among various stakeholders is needed to optimize the application of AR and Deep Learning in education.

Keywords: Augmented Reality, Deep Learning, Adaptive Learning, Elementary Education, Systematic Literature Review.

Abstrak: Perkembangan teknologi digital telah mendorong pemanfaatan Augmented Reality dan Deep Learning sebagai inovasi yang mendukung transformasi pembelajaran di era pendidikan modern. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran integrasi AR dan Deep Learning dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya pada pendidikan dasar. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan mengidentifikasi, menyeleksi, mengevaluasi, dan mensintesis artikel ilmiah yang relevan dari berbagai basis data bereputasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa AR mampu meningkatkan visualisasi materi, motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, serta pemahaman konsep melalui pengalaman belajar yang interaktif. Deep Learning berperan dalam mendukung pembelajaran adaptif melalui analisis data peserta didik sehingga pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu. Integrasi kedua teknologi tersebut menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif, personal, dan bermakna, sekaligus mendukung pengembangan kompetensi abad ke-21. Meskipun demikian, implementasinya masih menghadapi tantangan berupa kesiapan infrastruktur, kompetensi pendidik, dan ketersediaan sumber daya. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi berbagai pihak untuk mengoptimalkan penerapan AR dan Deep Learning dalam pembelajaran.

Kata kunci: *Augmented Reality, Deep Learning, Digitalisasi, Pendidikan Dasar, Systematic Literature Review.*



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan yang signifikan dalam dunia pendidikan, terutama melalui pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)* dan *Augmented Reality* (Bansal dkk., 2025; Lampropoulos, 2025). Transformasi ini mendorong pergeseran dari pembelajaran yang berpusat pada guru menuju pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan berpusat pada peserta didik (Yang & Liang, 2025). *AR* memungkinkan integrasi objek virtual ke dalam lingkungan nyata sehingga peserta didik dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak secara lebih konkret (Balalle, 2025), sedangkan *Deep Learning* sebagai salah satu cabang *AI* mampu menganalisis data pembelajaran untuk memberikan pengalaman belajar yang dipersonalisasi sesuai karakteristik peserta didik (Li dkk., 2025; Ummah, 2019). *AR* mampu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan (*student engagement*), pemahaman konsep, serta hasil belajar dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Melalui visualisasi tiga dimensi dan interaksi secara langsung, *AR* membantu peserta didik memahami materi yang sulit diamati secara nyata, terutama pada bidang sains, matematika, dan pendidikan dasar (Balalle, 2025; Li dkk., 2025). Sementara itu, perkembangan *Deep Learning* memberikan kontribusi penting terhadap terciptanya pembelajaran adaptif (*adaptive learning*). Teknologi ini memungkinkan sistem pembelajaran mengenali pola belajar peserta didik, menganalisis kemampuan individu, serta memberikan rekomendasi materi, evaluasi, dan umpan balik secara otomatis. Integrasi *Deep Learning* dalam pendidikan juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta pemecahan masalah yang menjadi kompetensi utama pada abad ke-21 (Learning & Review, 2025)

Kombinasi antara *AR* dan *Deep Learning* menjadi inovasi yang semakin berkembang dalam dunia pendidikan karena mampu menciptakan pengalaman belajar yang imersif, adaptif, dan personal. *AR* menyajikan media visual interaktif yang memungkinkan peserta didik memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi objek tiga dimensi secara lebih konkret. Integrasi *Deep Learning* pada sistem *AR* meningkatkan kemampuan pengenalan objek (*object recognition*), pelacakan (*tracking*), serta personalisasi pembelajaran sehingga pengalaman belajar menjadi lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik (Bansal dkk., 2025; Kaviyaraj dkk., 2025). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kerangka kerja *AR* berbasis *Deep Learning* mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dan hasil belajar secara signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional. Selain itu, kajian sistematis juga menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi *AR* dalam pendidikan berkontribusi terhadap peningkatan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, pemahaman konsep, serta efektivitas proses pembelajaran pada berbagai jenjang pendidikan (Chang dkk., 2022). Oleh karena itu, sinergi antara *AR* dan *Deep Learning* memiliki potensi besar dalam mendorong transformasi pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan berpusat pada peserta didik. Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan bahwa *AR* dan *Deep Learning* mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta hasil belajar peserta didik, implementasinya di lingkungan pendidikan masih menghadapi berbagai kendala. Hasil *systematic review* menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi *AI* dan pembelajaran adaptif belum diterapkan secara merata karena adanya kesenjangan infrastruktur, keterbatasan akses teknologi, serta kesiapan pendidik dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran (Boulhrir dkk., 2026). Selain itu, penerapan *AR* yang dipadukan dengan *Deep Learning* masih menghadapi tantangan berupa tingginya kebutuhan perangkat keras, perlindungan privasi data, transparansi algoritma (*explainable artificial intelligence*), dan kesenjangan digital yang menyebabkan adopsi teknologi belum optimal di berbagai institusi pendidikan (Bansal dkk., 2025). Di samping itu, kajian terbaru juga menegaskan bahwa keberhasilan implementasi *AR* dan *AI* tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada desain pembelajaran yang tepat, kompetensi guru, serta dukungan kebijakan dan infrastruktur pendidikan (Ummah, 2019).

Perkembangan teknologi digital telah mendorong perubahan paradigma pembelajaran menuju pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan berpusat pada peserta didik. Salah satu teknologi yang menunjukkan potensi besar adalah AR karena mampu menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga peserta didik dapat memahami konsep yang abstrak secara lebih konkret. Berbagai kajian sistematis menunjukkan bahwa AR berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan, motivasi, kemampuan kognitif, dan hasil belajar peserta didik, namun implementasinya di sekolah masih menghadapi kendala berupa keterbatasan media yang praktis, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran sehari-hari (Farid dkk., 2026; Sakr & Abdullah, 2024a). Di sisi lain, perkembangan (AI), khususnya *Deep Learning*, membuka peluang untuk menciptakan pembelajaran yang lebih personal melalui analisis data belajar peserta didik. Teknologi ini mampu mengidentifikasi pola belajar, memberikan umpan balik secara otomatis, serta menyesuaikan materi dengan kemampuan individu sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif. Meskipun demikian, hasil kajian terbaru menunjukkan bahwa integrasi antara *Deep Learning* dan AR dalam pendidikan masih relatif terbatas, terutama pada jenjang sekolah dasar, sehingga masih diperlukan inovasi media yang mampu menggabungkan visualisasi interaktif dengan pembelajaran adaptif.

Integrasi AR menjadi urgensi krusial dalam dunia pendidikan, di mana sinergi teknologi tersebut mampu menjembatani kesenjangan antara realitas fisik dan materi digital secara presisi (Koumpouros, 2024) (Babajide Tolulope Familoni & Nneamaka Chisom Onyebuchi, 2024). AR menawarkan keunggulan unik dengan menyediakan pengalaman belajar imersif yang memfasilitasi pemahaman konsep kompleks serta meningkatkan retensi pengetahuan melalui interaksi nyata (Cajamarca-Correa dkk., 2024; Dhaas, 2024). Teknologi ini secara signifikan menunjang pembelajaran konstruktivis dengan memberikan kendali penuh kepada siswa atas proses eksplorasi mereka, serta mampu memvisualisasikan fenomena yang sebelumnya tidak kasat mata untuk mengurangi beban kognitif (Alkhasawneh & Khasawneh, 2024; Buchner & Hofmann, 2022). Di sisi lain, integrasi *Deep Learning* menjadi krusial untuk mengatasi keterbatasan deteksi objek pada materi edukasi yang bersifat spesifik, memungkinkan sistem untuk beradaptasi secara otomatis terhadap kebutuhan pembelajaran yang lebih dinamis (Kaviyaraj & Mohan, 2025). Artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam bagaimana konvergensi kedua teknologi ini mampu memicu transformasi pedagogis serta mengidentifikasi sejauh mana dampaknya terhadap motivasi dan keterlibatan siswa secara komprehensif (Garg dkk., 2025; Kazakou dkk., 2025). Namun, pembahasan ini akan dibatasi pada analisis efektivitas model interaksi berbasis visi komputer dan implikasi implementasinya bagi ekosistem pendidikan tinggi saat ini. Fokus pembahasan ini secara khusus menyoroti penggabungan *framework* interaktif yang memanfaatkan analitik pembelajaran untuk memantau peningkatan hasil belajar secara berkelanjutan (Sakr & Abdullah, 2024b), (Singh & Ahmad, 2024). serta mengevaluasi tantangan teknis dalam pengembangan antarmuka yang mampu menyelaraskan elemen visual digital dengan realitas fisik secara mulus (Kiourexidou dkk., 2024). Selain itu, peninjauan ini mengevaluasi bagaimana fleksibilitas AR dalam mendukung berbagai gaya belajar, baik visual maupun taktil, dapat dioptimalkan melalui algoritma pembelajaran mendalam untuk menciptakan skenario pendidikan yang lebih personal dan inklusif (Nannaware dkk., 2024; Tiwari dkk., 2024). Melalui pendekatan ini, artikel diharapkan mampu memberikan kerangka teoretis bagi praktisi pendidikan dalam memitigasi keterbatasan metode konvensional sekaligus merespons tuntutan pembelajaran di era industri 4.0 (Hajirasouli & Banihashemi, 2022), (Alam & Mohanty, 2023).

Kajian literatur yang komprehensif menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* untuk menganalisis perkembangan penelitian mengenai integrasi AR dan *Deep Learning* serta kontribusinya dalam mendorong transformasi pembelajaran pada era digital. Kajian ini bertujuan untuk memetakan tren penelitian, mengidentifikasi manfaat dan tantangan implementasi, serta merumuskan peluang pengembangan integrasi AR dan *Deep Learning* dalam pendidikan. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam

pengembangan model pembelajaran yang inovatif, efektif, adaptif, dan relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

METODE

Penelitian ini menerapkan model *Systematic Literature Review* (SLR) guna membandingkan, menganalisis, serta mensintesis berbagai hasil penelitian yang relevan mengenai realitaspenggunaan teknologi AR dalam lingkup pendidikan dasar (Amelia Amanda et al., 2024). Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan implementasi teknologi AR melalui proses identifikasi, seleksi, evaluasi, dan sintesis terhadap literatur ilmiah yang telah dipublikasikan. Dengan demikian, hasil kajian tidak hanya menggambarkan kecenderungan penelitian yang telah dilakukan, tetapi juga memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk memahami efektivitas, peluang, serta tantangan penerapan AR pada proses pembelajaran di sekolah dasar. Pendekatan ini berfokus pada pemetaan efektivitas media pembelajaran interaktif berbasis AR serta berbagai tantangan teknis yang dihadapi pendidik ketika mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam kurikulum sekolah dasar (Efendh dkk., t.t.-a) Pemetaan tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek, mulai dari kesiapan infrastruktur, kualitas perangkat pendukung, kompetensi pendidik, hingga kesesuaian implementasi AR dengan karakteristik pembelajaran pada jenjang pendidikan dasar. Selain itu, kajian ini juga berupaya mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan maupun kegagalan implementasi AR sehingga dapat menjadi dasar dalam merancang strategi pengembangan media pembelajaran yang lebih efektif.

Penelitian ini secara khusus menyoroti visualisasi dunia nyata yang dihasilkan melalui teknologi AR mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak yang selama ini sulit dipahami melalui media konvensional. Melalui penyajian objek tiga dimensi yang dapat diamati secara langsung dan interaktif, peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang lebih konkret sehingga mendorong peningkatan partisipasi aktif selama proses pembelajaran berlangsung (Farihatussalihah dkk., t.t.), (Andrianu dkk., 2025). Pengalaman belajar yang bersifat visual, kontekstual, dan interaktif tersebut juga membantu peserta didik menghubungkan konsep teoretis dengan situasi nyata, sehingga proses pembentukan pengetahuan menjadi lebih bermakna.

Melalui pengintegrasian temuan-temuan dari berbagai studi yang telah dipilih secara sistematis, ulasan ini diharapkan mampu memberikan kerangka strategis bagi pengembang teknologi, peneliti, maupun praktisi pendidikan dalam mengoptimalkan potensi AR sebagai instrumen pembelajaran yang lebih efektif, inovatif, dan inklusif, (Wiliyanti dkk., 2024). Kerangka tersebut diharapkan dapat menjadi acuan dalam merancang media pembelajaran berbasis teknologi yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu memenuhi kebutuhan pembelajaran sesuai perkembangan kurikulum dan karakteristik peserta didik abad ke-21. Dengan demikian, kajian ini tidak hanya memetakan efikasi pedagogis teknologi AR dalam meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan siswa, serta hasil belajar secara keseluruhan (Nugraha dkk., 2025) tetapi juga mengidentifikasi berbagai celah krusial antara teori integrasi teknologi pendidikan dengan realitas implementasi teknis yang terjadi di lingkungan sekolah dasar (Putra dkk., 2024) Identifikasi tersebut menjadi penting sebagai dasar dalam merumuskan kebijakan maupun strategi implementasi teknologi pendidikan yang lebih realistis dan berkelanjutan.

HASIL & PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mengkaji tentang penggunaan AR yang selama ini sudah terlaksana di pendidikan dasar. Adapun hasil analisis SLR dapat disajikan pada tabel1, berikut

Tabel 1. Hasil Analisis Literatur AR dalam Pembelajaran

No	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Tahun Terbit	Fokus Pembahasan
1	Pujianti, A.	<i>Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality Untuk Meningkatkan Hasil Belajar</i>	2025	Penggunaan AR dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa melalui SLR terhadap 15 artikel jurnal dalam kurun waktu tujuh tahun terakhir.
2	Muttaqin, M., Marbihan, R., dkk.	<i>Studi Literatur tentang Potensi Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Menulis Teks Fabel</i>	2022	Potensi AR untuk meningkatkan interaktivitas dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran menulis teks fabel di sekolah dasar.
3	Nugraha, A. H., Masrurroh, N., Dewi, R., dkk.	<i>Tinjauan Literatur: Pengaruh Penggunaan Augmented Reality terhadap Pencapaian Belajar IPA Siswa</i>	2025	Analisis SLR terhadap 15 studi terkait peran AR dalam pencapaian belajar IPA di berbagai tingkat pendidikan, termasuk penggunaan platform Assemblr Edu.
4	Juwairiah, Lubis, M., Rizki, M. Y., dkk.	<i>Peran Augmented Reality dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Sains Siswa</i>	2025	Studi kasus kualitatif yang mengeksplorasi efektivitas AR dalam memvisualisasikan konsep abstrak sains menjadi model 3D interaktif di sekolah menengah, berbasis prinsip konstruktivisme.
5	Sylvia, F., Ramdhan, B., Windyariani, S.	<i>Efektivitas Augmented Reality terhadap Higher Order Thinking Skills Siswa pada Pembelajaran Biologi</i>	2020	Pemanfaatan aplikasi Assemblr Edu untuk menampilkan visualisasi 3D struktur organisasi kehidupan dalam meningkatkan HOTS siswa pada pembelajaran biologi.
6	Oktaviani, P., Talentiano, R., Theo, Y. A., dkk.	<i>Studi Literatur Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran di Sekolah Dasar</i>	2023	Kajian literatur terhadap pemanfaatan AR dalam merangsang pola pikir kritis siswa SD, baik dalam pembelajaran di kelas maupun secara mandiri.
7	Harini, E. O., Pujiriyanto, P.	<i>Analisis Manfaat Pengintegrasian Augmented Reality pada Bahan Ajar Pembelajaran Tingkat Sekolah Dasar</i>	2022	Analisis data sekunder berupa jurnal dan disertasi untuk membuktikan manfaat integrasi AR pada bahan ajar di tingkat SD, baik pembelajaran tatap muka maupun daring.
8	Sari, I. N., Sulisworo, D.	<i>Pengembangan LKPD Berbasis Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Matematika</i>	2023	Pengembangan dan uji coba Lembar Kerja Peserta Didik berbasis AR untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada pembelajaran matematika.
9	Fasha, E. F., Rimbatojo, S., Rizal, G. A., dkk.	<i>Implementasi Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Bangun Ruang di Sekolah Dasar Ta'allumul Huda Bumiayu</i>	2025	Hasil kegiatan PKM yang menunjukkan peningkatan kualitas pembelajaran bangun ruang melalui pelatihan penggunaan AR bagi guru dan siswa SD Ta'allumul Huda Bumiayu.
10	Yuniadi, N. F., Cintia, R., Ikrom, F. D.	<i>Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality dalam Pembelajaran Matematika untuk Siswa Sekolah Dasar</i>	2024	Tinjauan pustaka mendalam yang mengeksplorasi efektivitas AR dalam memperkaya pengalaman belajar matematika SD, terutama pada geometri ruang dan grafik fungsi.
11	Verdiatmoko, A. C., Pinandita, T.	<i>Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Pengenalan Bangun Ruang di SD Negeri 1 Purbalingga Wetan</i>	2025	Penelitian R&D dengan model ADDIE pada siswa kelas 5 SD, menunjukkan peningkatan rata-rata nilai pre-test 66,25 menjadi 83,5 pada post-test untuk materi bangun ruang.

Berdasarkan analisis pada tabel 1, mengungkapkan bahwa media AR saat ini didominasi oleh aplikasi berbasis *mobile* yang menawarkan visualisasi interaktif untuk materi sains dan matematika. Pemanfaatan perangkat bergerak seperti telepon pintar dan

tablet menjadikan media AR lebih mudah diakses serta fleksibel digunakan baik di lingkungan sekolah maupun di luar sekolah. Visualisasi objek tiga dimensi (3D) yang ditampilkan mampu membantu peserta didik mengamati bentuk, struktur, maupun proses suatu objek secara lebih nyata dibandingkan media pembelajaran konvensional. Kondisi tersebut memfasilitasi *meaningful learning*, karena peserta didik memperoleh pengalaman belajar melalui eksplorasi objek virtual yang imersif sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami (Gusteti dkk., 2023; Nuraeni dkk., 2024).

Implementasi teknologi ini juga secara signifikan memupuk *mindful learning* dengan memusatkan perhatian peserta didik pada detail spasial objek 3D yang ditampilkan. Peserta didik tidak hanya melihat objek, tetapi juga dapat mengamati dari berbagai sudut pandang, memperbesar tampilan, serta berinteraksi secara langsung dengan objek virtual. Proses tersebut membantu peserta didik lebih fokus dalam memahami materi sekaligus membangun pemahaman yang lebih mendalam. Di samping itu, AR mampu menciptakan *joyful learning* melalui pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan sehingga menggantikan model pembelajaran statis yang hanya mengandalkan gambar atau penjelasan verbal. Pembelajaran yang lebih menarik tersebut berdampak pada meningkatnya motivasi, rasa ingin tahu, serta partisipasi aktif peserta didik selama proses belajar berlangsung (Nugrohadi & Anwar, 2022). Efektivitas AR dalam memvisualisasikan konsep abstrak ini dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme yang dikemukakan oleh Piaget dan Vygotsky. Pembelajaran menggunakan AR memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman secara aktif melalui interaksi langsung dengan representasi tiga dimensi dari objek yang sebelumnya bersifat abstrak. Juwairiah, Lubis, dan Rizki (Juwairiah1, 2025) secara eksplisit menyatakan bahwa AR memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam "sesuai dengan prinsip konstruktivisme" karena teknologi ini mengubah konsep abstrak menjadi model interaktif yang dapat dieksplorasi secara mandiri oleh siswa. Hasil ini juga sejalan dengan temuan Fasha, Rimbatojo, dan Rizal (Farida Fasha dkk., 2025) yang menemukan bahwa AR dapat meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengalaman visual yang menarik, sehingga mempermudah siswa dalam memahami materi yang kompleks.

Hasil ini juga diperkuat oleh Wulandari, Mariska, dan Hairunisa (Wulandari dkk., 2025) yang menunjukkan bahwa teknologi AR dapat mendorong peserta didik untuk menunjukkan sikap lebih aktif dan kreatif, serta memberikan pengalaman belajar yang menarik secara langsung. Lebih jauh, Sari dan Sulisworo (Sari & Sulisworo, 2023) melaporkan bahwa aplikasi AR memberikan suasana baru dalam pembelajaran matematika dan mampu menarik minat siswa, sekaligus meningkatkan kualitas pengajaran di kelas. Konsistensi temuan ini dengan penelitian dari Ikawati, Sumartiningsih, dan Philip (Ikawati dkk., 2025) yang menemukan bahwa AR mampu menghadirkan pembelajaran yang lebih visual, interaktif, dan bermakna, memperkuat argumentasi bahwa kemampuan AR dalam menyajikan visualisasi merupakan faktor determinan dalam peningkatan pemahaman konsep. Temuan signifikan lainnya dari analisis kesebelas artikel adalah peningkatan motivasi dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Chairunnisa, Zakiah, dan Sakmal (Chairunnisa Hadi dkk., 2025) menegaskan bahwa AR mampu menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik, sehingga secara langsung meningkatkan minat serta motivasi siswa sekolah dasar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Resnawati, Mansur, dan Mastur (Mansur dkk., t.t.) yang menemukan bahwa AR memperkuat aspek perhatian, penguasaan diri, dan kepuasan siswa dalam pembelajaran.

Hal ini membuktikan bahwa teknologi AR memiliki potensi besar sebagai katalisator dalam menciptakan pengalaman edukatif yang tidak hanya informatif, tetapi juga relevan dengan kebutuhan kognitif peserta didik pada abad ke-21. Melalui visualisasi yang interaktif, peserta didik memperoleh kesempatan untuk belajar secara lebih aktif, mandiri, dan kontekstual sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Pujiyanti, 2025). Pemanfaatan teknologi ini juga terbukti memperkuat retensi pengetahuan prosedural karena peserta didik terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran melalui interaksi dengan objek virtual. Selain membantu meningkatkan daya ingat terhadap materi yang

dipelajari, keterlibatan aktif tersebut mampu menstimulasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*), seperti kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah. Dengan demikian, media AR tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga menjadi sarana pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kompetensi peserta didik sesuai tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Alkhabra dkk., 2023).

Yuniadi, Cintia, dan Ikrom (Studi dkk., 2024) menyatakan bahwa AR tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga memfasilitasi motivasi belajar, sehingga siswa lebih mudah memahami materi yang kompleks. Temuan peningkatan motivasi ini juga dikonfirmasi oleh penelitian kuantitatif yang dilakukan oleh Hermawan (Hermawan dkk., 2025) yang menunjukkan peningkatan minat belajar dari 61% menjadi 90% setelah menggunakan aplikasi pembelajaran berbasis AR pada mata pelajaran biologi, fisika, kimia, dan matematika di SMAN 1 Dukupuntang. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ramadhani, Ismet, dan Wiyono (Ramadhani dkk., 2025) yang menggunakan model pengembangan 4D dan menemukan bahwa AR-assisted learning media memiliki tingkat kepraktisan 96,82% dan efektivitas dengan N-gain sebesar 0,71. Konsistensi temuan dari berbagai konteks penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan motivasi bukan merupakan fenomena yang melainkan karakteristik inheren dari media pembelajaran berbasis AR. Salah satu kontribusi penting dari analisis kesebelas artikel adalah bukti empiris mengenai kemampuan AR dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sylvia, Ramdhan, dan Windyariani (Sylvia dkk., 2020) secara eksplisit menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Assemblr Edu yang menampilkan visualisasi 3D mampu membangun Higher Order Thinking Skills siswa pada pembelajaran biologi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Andriani dan Ramadani (Miranti Widi Andriani, 2022) yang menemukan bahwa AR memiliki pengaruh signifikan dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas 5 Sekolah Dasar dengan persentase sebesar 75%. Lebih lanjut, Amalia, Sihotang, dan Nurhayani (Amalia dkk., 2023) melaporkan bahwa objek tiga dimensi digital yang dimanfaatkan pada hologram mampu mendukung proses pembelajaran dengan menyajikan informasi yang lebih mudah dipahami oleh peserta didik, sehingga mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis.

Kemampuan AR dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis ini memiliki landasan teoretis dalam teori pembelajaran inquiry dan model pembelajaran berbasis masalah. Ketika siswa berinteraksi dengan model AR, mereka tidak sekadar menerima informasi secara pasif tetapi dituntut untuk mengajukan hipotesis, memanipulasi objek virtual, dan menarik kesimpulan berdasarkan pengamatan mereka. Anggraeni dan Krisdianti (Bata, 2025) mendukung pandangan ini dengan menunjukkan bahwa meskipun media AR bernama "Augmented Realityku" memiliki skor SUS rata-rata 60 (kategori marginal low), aplikasi ini tetap memiliki potensi untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui eksplorasi model tiga dimensi.

Peran AR dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 juga ditunjukkan oleh temuan bahwa media interaktif ini mampu meningkatkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah. Saki, Usodo, dan Santosa (Usodo & Budhi Santosa, t.t.) melaporkan bahwa sebagian besar responden memiliki persepsi positif terhadap AR sebagai alat pembelajaran yang meningkatkan motivasi dan keterlibatan, sekaligus berpotensi mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Temuan ini juga dikonfirmasi oleh Khasanah, Kharisma, dan Huda (Khasanah dkk., 2025) yang menemukan bahwa media AR yang dikembangkan menggunakan *Platform Assemblr EDU* terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas 4 SD pada mata pelajaran IPA. Lebih jauh, penelitian menunjukkan dampak positif ini juga berlaku dalam konteks bahasa, di mana Mu'minah, Koderi, dan Syarifuddin (Kajian Pendidikan Islam dkk., t.t.) melaporkan bahwa AR terbukti efektif dalam penguasaan kosakata dan peningkatan keterampilan berbicara dalam pembelajaran bahasa Arab. Salah satu aspek penting yang teridentifikasi dari kesebelas artikel adalah kemampuan AR dalam mentransformasi pembelajaran dari model *teacher-centered* menjadi *student-centered*. Oktaviani, Talentiano, dan Theo

(Oktaviani dkk., t.t.) menekankan bahwa AR dapat merangsang pola pikir peserta didik untuk berpikir kritis pada suatu masalah dan kejadian sehari-hari, yang merupakan karakteristik utama pembelajaran aktif. Hasil ini juga didukung oleh Andrianu, Mansur, dan Rini (Andrianu dkk., 2025) yang menemukan bahwa AR berkontribusi positif terhadap peningkatan literasi digital, numerasi, sains, dan membaca melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan visual.

Personalisasi pembelajaran melalui AR juga merupakan temuan penting dari analisis ini. Nuraeni, Rukhmana, dan Ikhlas (Nuraeni dkk., 2024) menunjukkan bahwa AR dapat digunakan untuk menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan dan gaya belajar masing-masing siswa, sehingga mendukung implementasi pembelajaran berdiferensiasi. Hal ini sejalan dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan fleksibilitas, kreativitas, dan pembelajaran kontekstual. Kholish (Kholish, 2025) secara eksplisit menyatakan bahwa penelitian kuasi-eksperimennya menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan media AR mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman konseptual, keterlibatan belajar yang lebih tinggi, serta motivasi yang meningkat, dibandingkan dengan siswa yang diajar menggunakan metode tradisional. Lebih lanjut, Marshanawiah, Abdullah, dan Saleh (Marshanawiah dkk., t.t.) menambahkan bahwa aplikasi AR dalam pembelajaran geometri membantu siswa memahami konsep 3D secara lebih efektif karena mereka dapat memanipulasi serta mengeksplorasi bentuk secara langsung di ruang virtual.

Temuan tentang personalisasi pembelajaran ini berkaitan erat dengan teori *Multiple Intelligence* dari Gardner yang menyatakan bahwa siswa memiliki kecerdasan majemuk yang berbeda-beda. AR memungkinkan representasi konten dalam format visual, auditori, dan kinestetik secara simultan, sehingga mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa. Familoni dan Onyebuchi (Babajide Tolulope Familoni & Nneamaka Chisom Onyebuchi, 2024) menekankan bahwa integrasi AR dalam pendidikan menghasilkan peningkatan retensi pengetahuan serta pengembangan keterampilan praktis melalui pengalaman belajar yang imersif. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, temuan kesebelas artikel menunjukkan konvergensi yang kuat dengan studi meta-analisis dan SLR yang dilakukan oleh berbagai peneliti internasional. Akbar, Citra, dan tim (Babajide Tolulope Familoni & Nneamaka Chisom Onyebuchi, 2024). melakukan tinjauan komprehensif terhadap penerapan AR/VR dalam pendidikan dan menemukan bahwa integrasi teknologi ini menghasilkan peningkatan keterlibatan siswa, retensi pengetahuan, dan pengembangan keterampilan praktis. Hasil ini konsisten dengan temuan kajian ini yang menunjukkan bahwa AR memiliki efek positif terhadap ketiga aspek tersebut. Lebih lanjut, Palada dan tim (Palada dkk., 2024) melaporkan bahwa AR mampu memfasilitasi pembelajaran aktif, eksperimen langsung, dan penerapan pengetahuan dalam konteks dunia nyata, yang semuanya dikonfirmasi dalam analisis kesebelas artikel yang ditelaah. Jika dibandingkan dengan penelitian di konteks Indonesia secara khusus, temuan kajian ini juga menunjukkan keselarasan dengan peningkatan signifikan jumlah penelitian AR dalam konteks pendidikan dasar yang dilaporkan oleh Firmantara, Mudakir, dan Nuriman (Firmantara & Mudakir, t.t.). Mereka menemukan bahwa penelitian AR di Indonesia mengalami peningkatan yang stabil, dengan bidang IPA sebagai mata pelajaran yang paling dominan. Hasil ini dikonfirmasi oleh Efendhi, Fahrudin, dan Subali (Efendhi dkk., t.t.-b) yang melaporkan bahwa IPA merupakan mata pelajaran dominan (42%) dalam penelitian AR di sekolah dasar periode 2020-2025, dengan metodologi ADDIE sebagai model pengembangan yang paling banyak digunakan (32%).

Penelitian ini juga menunjukkan konvergensi dengan studi internasional tentang peran AR dalam mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi. Schwaiger, Krajncan, dan Vuković (Schwaiger dkk., 2024) menemukan bahwa teknologi AR dapat mengubah metodologi pendidikan dengan memberikan pengalaman digital yang imersif dan lingkungan interaktif, yang merupakan karakteristik yang sama ditemukan dalam kesebelas artikel. Alkhabra, Ibrahim, dan Alkhabra (Alkhabra dkk., 2023) menambahkan bahwa AR dapat memperkuat higher-order thinking skills dengan menawarkan

pembelajaran yang lebih mendalam daripada informasi permukaan, sebuah temuan yang dikonfirmasi oleh Sylvia, Ramdhan, dan Windyariani (Sylvia dkk., 2020).

SIMPULAN

Berdasarkan objek kajian dalam *Systematic Literature Review* ini, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis AR berkontribusi positif dan signifikan terhadap peningkatan kualitas proses maupun hasil pembelajaran di jenjang pendidikan dasar. Integrasi AR dengan pendekatan deep learning mendorong transformasi pembelajaran dari aktivitas yang berpusat pada penyampaian informasi menjadi pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Transformasi tersebut tercermin melalui tercapainya tiga dimensi utama pembelajaran, yaitu *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*. Aspek *meaningful learning* terlihat dari kemampuan AR menyajikan visualisasi objek tiga dimensi yang membantu peserta didik menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman belajar yang konkret sehingga pemahaman menjadi lebih bermakna. Selanjutnya, *mindful learning* terwujud melalui interaksi peserta didik dengan objek virtual yang menuntut perhatian, pengamatan, eksplorasi, serta refleksi secara lebih mendalam terhadap materi yang dipelajari. Sementara itu, *joyful learning* tercermin dari suasana belajar yang lebih menarik, interaktif, dan menyenangkan sehingga mampu meningkatkan motivasi, rasa ingin tahu, keterlibatan aktif, serta antusiasme peserta didik selama proses pembelajaran. Dengan demikian, AR tidak hanya berfungsi sebagai media visual, tetapi juga menjadi sarana yang mendukung pembelajaran mendalam (*deep learning*) melalui pengalaman belajar yang bermakna, berkesadaran, dan menyenangkan.

Implikasi teoritis dari hasil kajian ini menunjukkan bahwa penggunaan AR memperkuat konsep pembelajaran konstruktivistik dan pendekatan *deep learning* yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung. Secara praktis, hasil kajian ini memberikan rekomendasi kepada pendidik untuk mengintegrasikan media AR ke dalam proses pembelajaran, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan membutuhkan visualisasi yang lebih konkret. Selain itu, sekolah dan pemangku kebijakan perlu mendukung implementasi AR melalui penyediaan infrastruktur digital, perangkat yang memadai, serta pelatihan bagi guru agar mampu merancang pembelajaran berbasis AR secara efektif. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan media AR yang adaptif terhadap karakteristik peserta didik, mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence*, serta menguji efektivitasnya pada berbagai mata pelajaran dan jenjang pendidikan untuk menghasilkan model pembelajaran yang semakin inovatif, inklusif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, A., & Mohanty, A. (2023). Educational Technology: Exploring The Convergence Of Technology And Pedagogy Through Mobility, Interactivity, AI, And Learning Tools. Dalam *Cogent Engineering* (Vol. 10, Nomor 2). Cogent OA. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2283282>
- Alkhabra, Y. A., Ibrahim, U. M., & Alkhabra, S. A. (2023). AR Technology In Enhancing Learning Retention And Critical Thinking According To STEAM Program. *Humanities And Social Sciences Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1057/S41599-023-01650-W>
- Alkhasawneh, T., & Khasawneh, M. A. S. (2024). The Effect Of Using AR Technology In Developing Imaginative Thinking Among Students With Learning Difficulties. *International Journal Of Data And Network Science*, 8(3), 1679–1688. <https://doi.org/10.5267/J.Ijdns.2024.2.019>
- Amalia, N. R., Sihotang, I. P., Nurhayani, N., & Sam, S. R. (2023). Pengaruh Media AR Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *FONDATIA*, 7(1), 41–51. <https://doi.org/10.36088/Fondatia.V7i1.2914>
- Amelia Amanda, Wawan Hermawan, Yuwafa Faurelio Yahya, & Misbahul Khanif. (2024). Analisis Strukturalisme Genetik Pada Cerpen Cerita Tanpa Cerita: Beran, 1949 Karya Seno Gumira Ajidarma. *Klitika Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 6(1), 14–21. <https://doi.org/10.32585/Klitika.V6i1.5312>

- Andrianu, A., Mansur, H., & Rini, S. (2025). Systematic Literature Review: Pemanfaatan AR Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Literasi Siswa Di Sekolah Dasar. *Al-Madrasah Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 9(3), 1127. <https://doi.org/10.35931/Am.V9i3.5064>
- Babajide Tolulope FAMILONI, & Nneamaka Chisom Onyebuchi. (2024). Augmented And Virtual Reality In U.S. Education: A Review: Analyzing The Impact, Effectiveness, And Future Prospects Of Ar/Vr Tools In Enhancing Learning Experiences. *International Journal Of Applied Research In Social Sciences*, 6(4), 642–663. <https://doi.org/10.51594/Ijarss.V6i4.1043>
- Balalle, H. (2025). Learning Beyond Realities : Exploring Virtual Reality , AR , And Mixed Reality In Higher Education — A Systematic Literature Review. *Discover Education*. <https://doi.org/10.1007/S44217-025-00559-7>
- Bansal, K. M., Rao, B., & College, A. (2025). AR With Deep Learning In Smart Education : A Survey Of Advances And Challenges. 2(3), 248–253.
- Bata, J. (2025). *Evaluasi Usabilitas Aplikasi AR Sebagai Media Pembelajaran Sekolah Dasar: Sebuah Pilot Studi* (Vol. 8, Nomor 4). <http://jiip.stkipyapisdmpu.ac.id>
- Boulhrir, T., Ghreir, H., Hamash, M., & Robert, M. (2026). *Artificial Intelligence In Education : Mapping Adaptive Learning And Learning Analytics In K – 12 Online , Virtual , And Distance Learning*. 27(2).
- Buchner, J., & Hofmann, M. (2022). The More The Better? Comparing Two SQD-Based Learning Designs In A Teacher Training On Augmented And Virtual Reality. *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/S41239-022-00329-7>
- Cajamarca-Correa, M. A., Cangas-Cadena, A. L., Sánchez-Simbaña, S. E., & Pérez-Guillermo, A. G. (2024). Nuevas Tendencias En El Uso De Recursos Y Herramientas De La Tecnología Educativa Para La Educación Universitaria. *Journal Of Economic And Social Science Research*, 4(3), 127–150. <https://doi.org/10.55813/Gaea/Jessr/V4/N3/124>
- Chairunnisa Hadi, N., Zakiah, L., Sakmal, J., & Negeri Jakarta Alamat, U. (2025). *Pemanfaatan AR Untuk Meningkatkan Minat Dan Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar*.
- Chang, C.-Y., Panjaburee, P., Lin, H.-C., Lai, C.-L., & Hwang, G.-H. (2022). Effects Of Online Strategies On Students' Learning Performance, Self-Efficacy, Self-Regulation And Critical Thinking In University Online Courses. *Educational Technology Research And Development*, 70(1), 185–204. <https://doi.org/10.1007/S11423-021-10071-Y>
- Dhaas, A. (2024). AR In Education: A Review Of Learning Outcomes And Pedagogical Implications. *American Journal Of Computing And Engineering*, 7(3), 1–18. <https://doi.org/10.47672/Ajce.2028>
- Efendh, I., Subali, B., Widiarti, N., & Magister Pendidikan Dasar, P. (T.T.-A). *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan Ipa Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan AR Untuk Jenjang Sekolah Dasar: Analisis Tren Penelitian 2020-2025*. Diambil <http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/Eduproximaeduproxima7>
- Efendh, I., Subali, B., Widiarti, N., & Magister Pendidikan Dasar, P. (T.T.-B). *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan Ipa Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan AR Untuk Jenjang Sekolah Dasar: Analisis Tren Penelitian 2020-2025*. Diambil <http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/Eduproximaeduproxima7>
- Farid, M., Wan, F., Azlina, N., & Mokmin, M. (2026). *Malaysian Journal Of Learning AR In Education : A Systematic Review*. 23(1), 139–161.
- Farida Fasha, E., Rimbatmojo, S., Rizal, G. A., Aeni, K., & Millah, A. S. (2025). *Implementasi Media AR Dalam Pembelajaran Bangun Ruang Di Sekolah Dasar (SD) Ta'allumul Huda Bumiayu* (Vol. 08, Nomor 02).
- Farihatussalihah, A., Rahmawati, A. T., Rakhman, P. A., Guru, P., Dasar, S., Keguruan, F., Pendidikan, I., Sutan, U., & Tirtayasa, A. (T.T.). 7 | *Analysis Of Opportunities And Challenges Of AR Media In Learning Analysis Of Opportunities And Challenges Of AR Media In Learning*. <https://doi.org/10.58258/jime.V11i1.7820>
- Firmantara, M. R., & Mudakir, I. (T.T.). AR Research Trends In Indonesia: A Systematic Literature Review. Dalam *JSER Journal Of Science Education Research Journal* (Vol. 2023, Nomor 2). Diambil www.jurnal.uny.ac.id/jsr
- Garg, N., Kaur, A., Ahmad, F., & Dutta, R. (2025). Augmenting Education: The Transformative Power Of AR, AI, And Emerging Technologies. Dalam *Human Behavior And Emerging Technologies* (Vol. 2025, Nomor 1). John Wiley And Sons Inc. <https://doi.org/10.1155/Hbe2/5681184>
- Gusteti, M. U., Rahmalina, W., Azmi, K., Mulyati, A., Wulandari, S., Hayati, R., Syariffan, S., & Nurazizah, N. (2023). Penggunaan AR Dalam Pembelajaran Matematika: Sebuah Analisis Berdasarkan

- Studi Literatur. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2735–2747. <https://doi.org/10.31004/Edukatif.V5i6.5963>
- Hajirasouli, A., & Banihashemi, S. (2022). AR In Architecture And Construction Education: State Of The Field And Opportunities. Dalam *International Journal Of Educational Technology In Higher Education* (Vol. 19, Nomor 1). Springer Science And Business Media Deutschland Gmbh. <https://doi.org/10.1186/S41239-022-00343-9>
- Hermawan, B., Faqih, A., & Dwilestari, G. (2025). Implementasi Aplikasi Pembelajaran Petualangan Berbasis AR Untuk Meningkatkan Interaktivitas Di Sman 1 Dukupuntang. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.V13i1.5688>
- Ikawati, I., Sumartiningih, S., & X, P. (2025). AR Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Mengembangkan Motivasi Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu*, 9(6), 1921–1925. <https://doi.org/10.31004/basicedu.V9i6.10909>
- Juwairiah1, M. S. A. L. M. Y. R. R. A. S. R. D. , Moh. Z. (2025). Vol+5+No+4++Juwairiah (2). *Indonesian Research Journal On Education*, 5(Peran AR Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Sains Siswa). <https://doi.org/10.31004/irje.V5i4.2912>
- Kajian Pendidikan Islam, J., Mu, W., Basyar, S., & Raden Intan Lampung, U. (T.T.). *Literature Review : Pemanfaatan AR Dalam Pembelajaran Bahasa Arab*. <https://doi.org/10.58561/jkpi.V4i1.169|49>
- Kaviyaraj, R., Member, G. S., & Mohan, U. M. A. (2025). An AR Framework For Education : Deep Learning Integration And Impact Evaluation. *IEEE Access*, 13(February), 56067–56084. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3551656>
- Kaviyaraj, R., & Mohan, U. (2025). An AR Framework For Education: Deep Learning Integration And Impact Evaluation. *IEEE Access*, 13, 56067–56084. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3551656>
- Kazakou, G., Koutromanos, G., & Christogiannis, C. (2025). Examining Teachers' Acceptance Of AR Smart Glasses Through The Immersive Technologies Acceptance Model. *Education And Information Technologies*, 30(18), 26329–26372. <https://doi.org/10.1007/S10639-025-13687-2>
- Khasanah, M., Kharisma, A. I., & Huda, M. M. (2025). AR Media: Development And Validation To Improve Critical Thinking Skills Of Elementary School Student. *Jurnal Tematik*, 14(1), 54–62. <https://doi.org/10.24114/jt.V14i1.68193>
- Kholish, A. (2025). Pengaruh Penerapan AR Terhadap Pemahaman Konseptual Siswa Dalam Kurikulum Merdeka. *JKP: Jurnal Khasanah Pendidikan*, 4(1), 8–14. <https://doi.org/10.58738/jkp.V4i1.1004>
- Kiourexidou, M., Kanavos, A., Klouvidaki, M., & Antonopoulos, N. (2024). Exploring The Role Of User Experience And Interface Design Communication In AR For Education. *Multimodal Technologies And Interaction*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/Mti8060043>
- Koumpouros, Y. (2024). Revealing The True Potential And Prospects Of AR In Education. Dalam *Smart Learning Environments* (Vol. 11, Nomor 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/S40561-023-00288-0>
- Lampropoulos, G. (2025). *Combining Artificial Intelligence With AR And Virtual Reality In Education : Current Trends And Future Perspectives*.
- Learning, I. D., & Review, L. (2025). *Jurnal Pendidikan Madrasah*. 10(1), 1–6.
- Li, G., Luo, H., Chen, D., Wang, P., Yin, X., & Zhang, J. (2025). *AR In Higher Education : A Systematic Review And Meta-Analysis Of The Literature From 2000 To 2023*.
- Mansur, H., Maftuh, B., & Syarief Nurdin, E. (T.T.). *Pemanfaatan Media AR Guna Meningkatkan Motivasi Siswa*. Diambil <http://jiip.stkipyapisdompu.ac.id>
- Marshanawiah, A., Abdullah, G., Saleh, M., Mardian Arif, R., Author, C., & Pendidikan Guru Sekolah Dasar, J. (T.T.). *CJPE: Cokroaminoto Journal Of Primary Education Pengembangan 3D-Geo AR Cards Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Sekolah Dasar*. Diambil <https://e-journal.my.id/cjpe>
- Miranti Widi Andriani, 2Amelia Ramadani. (2022). *Neneng,+60+1Miranti+Widi+Andriani*.
- Nannaware, S., Sherawat, P., & Babu, N. (2024). Student Acceptance And Attitudes Towards AR And Virtual Reality Technologies In Education: A Framework For Enhancing The Learning Experience. *International Journal Of Innovative Science And Research Technology (IJISRT)*, 3252–3255. <https://doi.org/10.38124/Ijisrt/Ijisrt24jun646>
- Nugraha, A. H., Masrurroh, N., Dewi, R. A., Tirtasari, R. A., & Pratiwi, R. H. (2025). Tinjauan Literatur: Pengaruh Penggunaan AR Terhadap Pencapaian Belajar IPA Siswa. *RIGGS: Journal Of Artificial Intelligence And Digital Business*, 4(4), 7660–7668. <https://doi.org/10.31004/Riggs.V4i4.4485>

- Nugrohadhi, S., & Anwar, M. T. (2022). Pelatihan Assembler Edu Untuk Meningkatkan Keterampilan Guru Merancang Project-Based Learning Sesuai Kurikulum Merdeka Belajar. *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran*, 16(1), 77–80. <https://doi.org/10.26877/Mpp.V16i1.11953>
- Nuraeni, L., Rukhmana, T., Ikhlas, A., Riva Darwata, S., Arsyad, M., Siliwangi, I., Muhammadiyah Sungai Penuh, S., & Kata Kunci, A. (2024). Penerapan Teknologi AR Dalam Peningkatan Kualitas Pendidikan STEM-Sharealike 4.0 International (CC BY-SA 4.0). Dalam *Indonesian Research Journal On Education Web Jurnal Indonesian Research Journal On Education* (Vol. 4).
- Oktaviani, P., Talentiano, R., Adven Theo, Y., & Indrapangastuti, D. (T.T.). *Seminar Nasional Inovasi Pendidikan Ke-6 (SNIP 2022) Shes: Conference Series 6 (1) (2023) 588-594 Studi Literatur Pemanfaatan AR Sebagai Media Pembelajaran Di Sekolah Dasar*. Diambil <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Palada, B., S. C. V, Gowda, C. P., & Nikitha, Prof. (2024). The Role Of AR In Education. *International Journal For Research In Applied Science And Engineering Technology*, 12(3), 1400–1408. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.59079>
- Pujianti, A. (2025). Penerapan Media Pembelajaran AR Untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *REGRESI: Journal Of Mathematics Education And Application*, 1, 10–19. <https://ejournal.papanda.org/index.php/regresiopenaccess>:<https://ejournal.papanda.org/index.php/regresi>
- Putra, L. D., Shiddiq, A. J., Khafi, I., & Nugroho, B. (2024). Integrasi Teknologi Immersive Learning Dalam Pembelajaran Sekolah Dasar. *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 4(2), 218–230. <https://doi.org/10.32665/jurmia.V4i2.3349>
- Ramadhani, A., Ismet, I., & Wiyono, K. (2025). Solar System Learning Innovation Through AR: Increasing Student Concept Solar System. *Integrated Science Education Journal*, 7(1), 01–09. <https://doi.org/10.37251/isej.V7i1.2443>
- Sakr, A., & Abdullah, T. (2024a). Virtual , AR And Learning Analytics Impact. Dalam *Education And Information Technologies* (Vol. 29, Nomor 15). Springer US. <https://doi.org/10.1007/S10639-024-12602-5>
- Sakr, A., & Abdullah, T. (2024b). Virtual, AR And Learning Analytics Impact On Learners, And Educators: A Systematic Review. *Education And Information Technologies*, 29(15), 19913–19962. <https://doi.org/10.1007/S10639-024-12602-5>
- Sari, I. N., & Sulisworo, D. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis AR Sebagai Media Pembelajaran Matematika. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.33603/jnpm.V7i1.5347>
- Schwaiger, M., Krainčan, M., Vuković, M., Jenko, M., & Doz, D. (2024). Educators' Opinions About VR/AR/XR: An Exploratory Study. *Education And Information Technologies*, 29(18), 24861–24880. <https://doi.org/10.1007/S10639-024-12808-7>
- Singh, G., & Ahmad, F. (2024). An Interactive AR Framework To Enhance The User Experience And Operational Skills In Electronics Laboratories. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/S40561-023-00287-1>
- Studi, P., Guru, P., Dasar, S., Keguruan, F., Pendidikan, I., Primagraha, U., & Serang, K. (2024). MESIR: Journal Of Management Education Social Sciences Information And Religion Penerapan Media Pembelajaran AR Dalam Pembelajaran Matematika Untuk Siswa Sekolah Dasar Ningrum Fadillah Yuniadi 1 Riska Cintia 2 Fadhli Dzil Ikrom 3. *Ningrum Fadillah Yuniadi*, 1(2).
- Sylvia, F., Ramdhan, B., & Windyariani, S. (2020). Efektivitas AR Terhadap Higher Order Thinking Skills Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *BIODIK*, 7(2), 131–142. <https://doi.org/10.22437/Bio.V7i2.13034>
- Tiwari, A. S., Bhagat, K. K., & Lampropoulos, G. (2024). Designing And Evaluating An AR System For An Engineering Drawing Course. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/S40561-023-00289-Z>
- Ummah, M. S. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する 共分散構造分析Title. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- Usodo, B., & Budhi Santosa, E. (T.T.). *Social, Humanities, And Educational Studies Shes: Conference Series 8 (1) (2025) 363-375 Perception Of School Community Towards The Use Of AR Digital Media On Students' Critical Thinking In Elementary School*. Diambil <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Wiliyanti, V., Ayu, S. N., Noperi, H., & Suryani, Y. (2024). A Systematic Literature Review: Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis AR Terhadap Pemahaman Konsep Dan Minat Belajar Peserta

- Didik. *Biocephy: Journal Of Science Education*, 4(2), 953–964.
<https://doi.org/10.52562/Biocephy.V4i2.1359>
- Wulandari, R., Mariska, R., Hairunisa, P., Yobee, A., Supriyadi, S., & Hermawan, J. S. (2025). Studi Literatur: Analisis Pembelajaran Berbasis Teknologi AR. *JGK (Jurnal Guru Kita)*, 9(2), 555–570.
<https://doi.org/10.24114/jgk.V9i2.65335>
- Yang, Q., & Liang, C. (2025). *A Second-Classroom Personalized Learning Path Recommendation System Based On Large Language Model Technology*.