

Tren pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dalam sektor pendidikan: Analisis peluang dan hambatan implementasi

Muhammad Ali Nur Ardhi

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: muhammadalinurardhi@gmail.com

Kata Kunci:

Augmented reality; pendidikan; peluang; hambatan; implementasi teknologi.

Keywords:

Augmented reality; education; opportunities; barriers; technology implementation.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis tren pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dalam sektor pendidikan serta mengidentifikasi peluang dan hambatan implementasinya. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkaji berbagai sumber ilmiah, laporan industri, dan studi kasus terkait penerapan AR di berbagai konteks pendidikan. Hasil kajian menunjukkan bahwa AR memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran melalui visualisasi konsep abstrak, interaktivitas tinggi, serta pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendalam. Teknologi ini mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa, serta mendukung pembelajaran yang lebih personal dan efisien. Namun, implementasi AR masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, kesenjangan digital, biaya tinggi, serta kurangnya kompetensi dan kesiapan pendidik. Selain itu, integrasi AR dalam kurikulum juga menjadi kendala tersendiri. Oleh karena itu, diperlukan strategi kolaboratif antara pemerintah, institusi pendidikan, dan pengembang teknologi untuk mengoptimalkan pemanfaatan AR. Penelitian ini menegaskan bahwa AR merupakan inovasi penting yang berpotensi mentransformasi pendidikan di era digital.

ABSTRACT

This study aims to analyze the trend of Augmented Reality (AR) utilization in the education sector and to identify its opportunities and implementation challenges. The research employs a literature review method by examining various academic sources, industry reports, and case studies related to AR applications in educational contexts. The findings indicate that AR has significant potential to enhance learning quality through the visualization of abstract concepts, high interactivity, and more engaging and immersive learning experiences. This technology can improve students' motivation, engagement, and understanding, while also supporting more personalized and efficient learning processes. However, the implementation of AR still faces several challenges, including limited infrastructure, digital divide, high costs, and lack of teacher readiness and competence. In addition, integrating AR into existing curricula remains a critical issue. Therefore, collaborative strategies involving governments, educational institutions, and technology developers are necessary to optimize AR adoption. This study concludes that AR is a crucial innovation with the potential to transform education in the digital era.

Pendahuluan

Revolusi digital mengubah paradigma pendidikan menjadi lebih interaktif, dengan Augmented Reality (AR) sebagai salah satu inovasi utamanya. Teknologi ini memungkinkan integrasi objek digital ke dalam lingkungan dunia nyata melalui



perangkat umum seperti smartphone, yang secara fundamental menggeser peran siswa dari pendengar pasif menjadi penjelajah aktif (Garzón & Acevedo, 2019). Sejak konsep awalnya diperkenalkan oleh Thomas P. Caudell pada tahun 1990 (Azuma, 1997), AR kini telah berevolusi dari teknologi khusus industri menjadi inovasi pendidikan yang sangat menjanjikan dan mudah diakses.

Pertumbuhan pasar global AR dalam pendidikan menunjukkan potensi masa depan yang sangat besar dan tak terhindarkan. Proyeksi pasar yang diperkirakan mencapai USD 24,6 miliar pada tahun 2030 didorong oleh peningkatan penetrasi perangkat seluler dan permintaan akan metode pembelajaran yang lebih efektif (Research, 2023). Angka ini merupakan sinyal penting bagi para pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah hingga pengelola sekolah, untuk mempersiapkan integrasi teknologi ini secara strategis.

Penelitian ini menggunakan metode ulasan karya ilmiah (*literature review*) untuk mengevaluasi secara sistematis tren, peluang, dan tantangan implementasi AR. Data utama dikumpulkan dari berbagai literatur akademik terkemuka, laporan industri yang kredibel, serta analisis studi kasus yang relevan dari berbagai negara. Di Indonesia, penerapan AR mulai menunjukkan perkembangan positif, misalnya dalam memvisualisasikan candi bersejarah, mensimulasikan reaksi kimia (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018), hingga pengenalan huruf Hijaiyah untuk anak usia dini (Verdiatmoko & Pinandita, 2025).

Namun, proses adopsi teknologi ini masih dihadapkan pada tantangan yang multidimensional dan saling terkait. Hambatan tersebut berkisar dari kesenjangan digital antara sekolah perkotaan dan pedesaan, hingga resistensi psikologis di kalangan pendidik yang merasa tidak nyaman dengan teknologi baru (Aldi, 2025). Oleh karena itu, analisis komprehensif diperlukan untuk memetakan masalah secara akurat dan merumuskan strategi implementasi yang efektif di Indonesia.

Pembahasan

Augmented Reality (AR) didefinisikan sebagai teknologi yang memperkaya lingkungan fisik dengan lapisan informasi digital—seperti model 3D, video, dan teks—secara real-time (Bashith et al., 2025). Berbeda dari *Virtual Reality (VR)* yang sepenuhnya menggantikan realitas pengguna, AR mempertahankan koneksi pengguna dengan dunia nyata sambil menambahkan konten kontekstual yang relevan (Milgram & Kishino, 1994). Karakteristik utamanya adalah penggabungan dunia nyata-maya dan interaktivitas seketika, yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan objek virtual seolah-olah objek tersebut ada di hadapan mereka (Radu, 2014).

Aplikasi AR dalam pendidikan sangat beragam, dengan beberapa kategori utama yang menonjol dan terbukti efektif (Sugiri et al., 2025). Fungsi utamanya meliputi object modeling untuk visualisasi konsep abstrak seperti struktur DNA, dan skill training untuk latihan prosedural seperti simulasi perakitan mesin (Akçayır & Akçayır, 2017). Dalam praktiknya, AR dapat menghidupkan pelajaran biologi dengan model anatomi interaktif atau mendukung pembelajaran kolaboratif di mana siswa bersama-sama membangun

struktur virtual, sehingga mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Pérez-López & Contero, 2013).

Peluang dan Manfaat Implementasi AR dalam Pendidikan

Manfaat utama implementasi AR adalah kemampuannya mengubah pembelajaran pasif menjadi pengalaman aktif yang memotivasi siswa. Interaksi langsung, seperti memutar model planet atau "membedah" katak virtual, serta elemen gamifikasi terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan rasa ingin tahu (Di Serio et al., 2013). Pada akhirnya, pengalaman belajar yang mendalam ini dapat memperkuat retensi informasi dan pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajari (Akçayır & Akçayır, 2017).

AR juga unggul dalam memvisualisasikan konsep abstrak, terutama dalam bidang STEM yang seringkali sulit dipahami melalui media dua dimensi. Hal ini sejalan dengan penelitian pengembangan di UIN Malang yang menunjukkan bahwa AR efektif untuk memvisualisasikan materi sistem pernapasan manusia secara interaktif bagi siswa SMA (Safa & Hardiyantari, 2025). Melalui model 3D interaktif, siswa dapat membangun model mental yang kuat dan akurat, misalnya dengan mengamati proses mitosis sel dari berbagai sudut (Garzón & Acevedo, 2019). Kemampuan ini secara efektif mengurangi beban kognitif (*cognitive load*) dan membuat konsep yang sulit menjadi lebih konkret dan mudah dipahami (Radu, 2014).

Teknologi ini turut membuka peluang personalisasi pembelajaran dengan menyesuaikan konten dan tingkat kesulitan sesuai kebutuhan unik setiap siswa (Criollo-C et al., 2024). Aplikasi AR yang dirancang dengan baik dapat melacak kemajuan siswa dan secara adaptif menawarkan bantuan tambahan atau tantangan lanjutan, serta mengakomodasi berbagai gaya belajar (Wu et al., 2024). Dengan demikian, setiap siswa dapat memperoleh jalur belajar yang lebih efektif, relevan, dan sesuai dengan kecepatannya sendiri (Akçayır & Akçayır, 2017).

Dari segi efisiensi, penggunaan AR berpotensi mengurangi biaya pengadaan alat peraga fisik yang mahal dan memerlukan ruang penyimpanan khusus. Aksesibilitasnya yang mudah melalui perangkat umum seperti smartphone juga menekan biaya investasi awal bagi institusi pendidikan. Selain itu, teknologi ini menjadi alternatif yang lebih aman dan etis untuk melakukan prosedur seperti pembedahan hewan atau eksperimen kimia berbahaya di lingkungan belajar (Sirakaya et al., 2020).

Hambatan dan Tantangan Implementasi AR dalam Pendidikan

Adopsi AR dihadapkan pada serangkaian hambatan yang kompleks, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Tantangan utamanya adalah keterbatasan infrastruktur, yang mencakup kesenjangan digital, koneksi internet yang tidak stabil, serta perangkat yang tidak memiliki spesifikasi memadai untuk menjalankan aplikasi AR (Fearne & Hook, 2023). Masalah lain yang signifikan adalah ketersediaan perangkat yang belum merata di banyak institusi pendidikan, yang menghambat pemerataan akses (Nugroho & Wijayati, 2025).

Kendala finansial juga menjadi tantangan serius yang seringkali memberatkan sekolah dengan anggaran terbatas. Biaya implementasi tidak hanya mencakup pembelian perangkat keras dan lisensi, tetapi juga "*biaya tersembunyi*" seperti

pemeliharaan, pembaruan konten, dan pelatihan guru secara berkala. Kurangnya investasi terstruktur dari pemerintah dan swasta untuk mendukung ekosistem EdTech lokal turut menghambat ketersediaan solusi AR yang terjangkau dan berkualitas (Verdiatmoko & Pinandita, 2025).

Terakhir, terdapat tantangan pedagogis dalam mengintegrasikan AR secara bermakna ke dalam kurikulum yang sudah padat. Seringkali terjadi kesenjangan antara konten AR yang tersedia, yang umumnya bersifat global, dengan konteks budaya dan tuntutan kurikulum nasional. Situasi ini menempatkan guru pada posisi sulit: menggunakan konten yang kurang relevan atau mencoba membuat konten sendiri yang memerlukan keahlian dan waktu yang tidak sedikit (Verdiatmoko & Pinandita, 2025).

Strategi dan Solusi Implementasi AR dalam Pendidikan

Mengatasi berbagai hambatan tersebut memerlukan pendekatan strategis yang holistik dan kolaboratif dari berbagai pihak. Dari sisi infrastruktur, diperlukan kebijakan investasi digital yang terarah dari pemerintah, misalnya melalui skema kemitraan publik-swasta untuk menyediakan akses internet dan perangkat bersubsidi (Verdiatmoko & Pinandita, 2025). Hal ini harus diimbangi dengan program pengembangan kapasitas guru yang tidak hanya mengajarkan keterampilan teknis, tetapi juga berfokus pada integrasi pedagogis (Nugroho & Wijayati, 2025).

Dari sisi konten, perlu ada dorongan untuk pengembangan konten AR lokal yang relevan secara budaya dan selaras dengan kurikulum nasional. Upaya ini dapat difasilitasi melalui hibah penelitian, kompetisi inovasi bagi startup EdTech, dan kolaborasi antara universitas dengan pengembang aplikasi (Akçayır & Akçayır, 2017). Inisiatif seperti pengembangan e-modul interaktif berbasis kearifan lokal, sebagaimana telah dilakukan di UIN Malang untuk materi kimia (Fatihah, 2023), dapat menjadi model untuk menciptakan konten digital yang kontekstual dan sesuai dengan kebutuhan siswa di Indonesia. Pada akhirnya, kemitraan strategis antara pemerintah, industri, dan komunitas pendidikan menjadi kunci untuk menciptakan ekosistem yang berkelanjutan dan mendukung inovasi (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

Kesimpulan dan Saran

Teknologi AR memiliki potensi transformatif untuk pendidikan, namun kemajuannya terhambat oleh berbagai tantangan yang saling terkait. Keberhasilan adopsi AR tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada komitmen seluruh ekosistem pendidikan untuk berinovasi dan beradaptasi. Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara semua pihak untuk mengatasi hambatan infrastruktur, finansial, SDM, dan kurikulum secara bersamaan.

Disarankan agar institusi pendidikan memulai implementasi dengan proyek percontohan (*pilot project*) untuk mengukur efektivitas AR terhadap hasil belajar siswa dan feedback guru. Pemerintah perlu berperan proaktif sebagai fasilitator dengan menyediakan insentif dan kebijakan yang mendukung, sementara kolaborasi antara pengembang dan praktisi pendidikan harus diprioritaskan untuk memastikan relevansi konten. Penelitian lebih lanjut, terutama studi longitudinal, sangat diperlukan untuk

mengevaluasi dampak jangka panjang AR dan mengembangkan model praktik terbaik yang dapat direplikasi.

Daftar Pustaka

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Aldi, F. (2025). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis AI Untuk Meningkatkan Keterampilan Pembuatan Konten Digital Pada Siswa Sekolah Menengah Kejuruan.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Bashith, A., Amin, S., Firmantika, L., Kurniawan, M. A., & Idris, I. (2025). Augmented reality laboratory: Improving students' interest in social science learning. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(5), 2027–2045. <https://repository.uin-malang.ac.id/23758/>
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Uzcátegui, J. E. C., Arif, Y. M., Fortuna, A., Prasetya, F., & Luján-Mora, S. (2024). Improving higher education with the use of mobile augmented reality (MAR): A case study. *IEEE Access*, 12, 139003–139017. <https://repository.uin-malang.ac.id/23313/>
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596.
- Fatihah, W. (2023). Pengembangan E-Modul Praktikum Berbasis Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Kimia Pokok Bahasan Asam Basa Di Sman 4 Cilegon. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Fearne, W., & Hook, J. D. (2023). A service design thinking approach: What are the barriers and opportunities of using augmented reality for primary science education. *Journal of Technology and Science Education*, 329–251.
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260.
- Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Nugroho, F. A., & Wijayati, I. W. (2025). Analisis pemanfaatan augmented reality (AR) dalam pembelajaran PKn untuk meningkatkan pemahaman nilai-nilai kewarganegaraan siswa sekolah dasar. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 2(01 Februari), 898–907.
- Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(4), 19–28.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.

- Research, G. V. (2023). Carrageenan Market Size, Share & Trends Analysis Report by Processing Technology (Semi-Refined, Gel Press, Alcohol Precipitation), by Function, by Product Type, by Application, by Region, and Segment Forecasts, 2023–2030. Grand View Research Inc. San Francisco, USA.
- Safa, H. B., & Hardiyantari, O. (2025). Pengembangan media pembelajaran materi sistem pernapasan manusia berbasis augmented reality. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 15(1), 64–77.
- Sirakaya, M., Alsancak Sirakaya, D., & Korkmaz, Ö. (2020). The impact of STEM attitude and thinking style on computational thinking determined via structural equation modeling. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 561–572.
- Sugiri, W. A., Priatmoko, S., Amelia, R., Wibowo, A. M., Rahmawati, I. N. I., & Febrianti, A. H. (2025). How do students conceptual understand using augmented reality video animation? An empirical and theoretical overview. <https://repository.uin-malang.ac.id/23595/>
- Verdiatmoko, A. C., & Pinandita, T. (2025). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada materi pengenalan bangun ruang di SD Negeri 1 Purbalingga Wetan. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (Jinteks)*, 7(1), 91–100.
- Wu, T., Jiang, N., Kumar, T. B. J., & Chen, M. (2024). The role of cognitive factors in consumers' perceived value and subscription intention of video streaming platforms: A systematic literature review. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2329247.