

Komparasi Efektivitas Augmented Reality dan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran: Tinjauan Sistematis

Comparative Effectiveness of Augmented and Virtual Reality Learning: Systematic Review

Hamzah Alghifari^{*1}, Niko Akbar², Nurul Abdillah³, Oki Dahwanu⁴

^{1,2}Universitas Jambi; Jl. Raya Jambi - Muara Bulian KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, 0741-583122

³Program Studi Sistem Informasi, FST UNJA, Jambi

e-mail: ^{*1}hamzah.alghifari@unja.ac.id, ²nikoakbar@unja.ac.id, ³nurulabdillah@unja.ac.id,
⁴okidahwanu@unja.ac.id.

Abstrak

Teknologi imersif seperti Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) telah menciptakan peluang baru dalam bidang pendidikan. Namun, masih ada perdebatan tentang teknologi mana yang dapat meningkatkan hasil pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas realitas maya (AR) dan realitas virtual (VR) sebagai media pembelajaran dengan menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang didasarkan pada PRISMA 2020. Tiga basis data utama (Scopus, IEEE Xplore, dan ScienceDirect) digunakan untuk melakukan pencarian literatur dari tahun 2019 hingga tahun 2024. Dari 562 artikel yang ditemukan, 42 memenuhi persyaratan inklusi dan dianalisis secara naratif-komparatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dibandingkan dengan metode konvensional, kedua teknologi meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar. Sementara realitas virtual memiliki keunggulan dalam simulasi skenario berbahaya, retensi materi kompleks, dan imersi mendalam, AR unggul dalam aksesibilitas, kemudahan adopsi, dan integrasi konteks dunia nyata. Bahasa, STEM, dan kedokteran adalah bidang yang paling banyak memanfaatkan keduanya. Biaya perangkat, kesiapan guru, dan infrastruktur adalah masalah utama, terutama di negara berkembang. Studi ini membantu memilih teknologi berdasarkan tujuan pembelajaran dan konteks institusi.

Kata kunci—*Augmented reality, Virtual reality, Efektivitas Pembelajaran, Media Pembelajaran, Systematic Literature Review.*

Abstract

Immersive technologies such as Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) have introduced new opportunities in education, yet debates remain regarding which technology is more effective in improving learning outcomes. This study aims to compare the effectiveness of AR and VR as learning media using a Systematic Literature Review (SLR) approach based on PRISMA 2020 guidelines. Literature searches were conducted through three major databases, namely Scopus, IEEE Xplore, and ScienceDirect, covering publications from 2019 to 2024. Of the 562 articles identified, 42 met the inclusion criteria and were analyzed using a narrative-comparative method. The findings indicate that both technologies enhance motivation, engagement, and learning outcomes compared to conventional learning methods. VR offers advantages in immersive learning experiences, complex material retention, and hazardous

scenario simulations, while AR provides greater accessibility, easier adoption, and stronger integration with real-world environments. Challenges include device costs, teacher readiness, and infrastructure limitations, particularly in developing countries. This study supports technology selection based on learning objectives and institutional needs.

Keywords—*Augmented Reality, Virtual Reality, Learning Effectiveness, Learning Media, Systematic Literature Review.*

1. PENDAHULUAN

Setelah pandemi COVID-19, transformasi digital dan revolusi industri 4.0 telah mempercepat perubahan besar dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk pendidikan. Perubahan ini mendorong institusi pendidikan untuk menggunakan teknologi digital sebagai bagian dari proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan sesuai dengan kebutuhan siswa abad ke-21. Teknologi informasi tidak lagi hanya digunakan untuk membantu administrasi pendidikan; itu telah berubah menjadi alat penting untuk interaksi pembelajaran, penyebaran materi, dan evaluasi hasil belajar. Kebutuhan akan pengalaman belajar yang dapat meningkatkan kreativitas, keterlibatan, partisipasi aktif, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik adalah faktor lain yang mendorong pergeseran paradigma pembelajaran dari pendekatan konvensional menuju pendekatan berbasis teknologi. Dengan kemampuan mereka untuk memberikan pengalaman belajar yang imersif, interaktif, dan kontekstual, Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) telah mendapat perhatian yang lebih besar sebagai metode pembelajaran inovatif dalam konteks ini [1]. Kedua teknologi tersebut dianggap dapat mengatasi kendala metode pembelajaran konvensional dengan memberikan siswa pengalaman pembelajaran yang lebih dekat dengan dunia nyata, yang membantu mereka memahami konsep dengan lebih baik.

Dengan kata lain, Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang memungkinkan elemen virtual diintegrasikan ke dalam lingkungan dunia nyata melalui perangkat seperti smartphone, tablet, atau kacamata pintar, memungkinkan pengguna tetap berinteraksi dengan lingkungan fisiknya secara langsung [2]. AR melakukan ini dengan memasukkan objek digital seperti teks, gambar, animasi, audio, dan model tiga dimensi ke lingkungan nyata secara real-time. Karena pengguna sepenuhnya terpisah dari lingkungan fisik di sekitarnya, VR cenderung menghasilkan lebih banyak imersi daripada AR. Berbagai pendapat muncul tentang bagaimana kedua teknologi ini dapat digunakan untuk pembelajaran karena perbedaan dasar mereka. Dalam beberapa situasi, AR dianggap lebih efektif karena mempertahankan hubungan antara objek pembelajaran dan konteks dunia nyata. Di sisi lain, VR dianggap lebih baik untuk pembelajaran yang membutuhkan simulasi mendalam, seperti laboratorium virtual, pelatihan medis, atau simulasi situasi berbahaya yang sulit dilakukan secara langsung. Perbedaan mendasar tersebut menimbulkan pertanyaan penting tentang teknologi mana yang lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar dan bagaimana masing-masing teknologi memiliki keunggulan dalam konteks pembelajaran.

Perkembangan industri teknologi di seluruh dunia yang menunjukkan tren yang terus berkembang mendorong penggunaan AR dan VR dalam pendidikan. Pasar pendidikan berbasis augmented reality dan virtual reality diproyeksikan mencapai nilai USD 22,4 miliar pada tahun 2027 dengan tingkat pertumbuhan tahunan majemuk atau Compound Annual Growth Rate (CAGR) sebesar 14,6% [3]. Berbagai variabel, seperti penurunan harga perangkat keras, peningkatan kualitas perangkat lunak dan konten digital, dan semakin luasnya akses internet dan teknologi mobile, berkontribusi pada peningkatan ini. Selain itu, institusi pendidikan semakin tertarik untuk menggunakan teknologi imersif untuk meningkatkan proses pembelajaran mereka. Percobaan menunjukkan bahwa penerapan VR dan AR dapat membantu siswa memahami konsep abstrak dengan memberikan visualisasi yang lebih konkret dan interaktif. Misalnya, dalam pendidikan sains, siswa dapat melihat struktur molekul dalam tiga dimensi. Di sisi lain, dalam pendidikan kedokteran, simulasi operasi dapat dilakukan tanpa menimbulkan risiko bagi pasien nyata. Meskipun demikian, penggunaan teknologi AR/VR memerlukan biaya yang signifikan dalam hal perangkat keras, perangkat lunak, dan persiapan sumber daya manusia. Oleh karena

itu, bukti yang kuat tentang seberapa efektif teknologi tersebut dalam meningkatkan kualitas pembelajaran harus mendukung keputusan untuk menggunakannya.

Penelitian sebelumnya telah mencoba mempelajari penggunaan VR dan AR dalam pendidikan dengan menggunakan pendekatan tinjauan literatur dan penelitian empiris. Sebagian besar penelitian saat ini melihat kedua teknologi secara terpisah berdasarkan fitur atau bidang aplikasi masing-masing. Penelitian yang dilakukan oleh Sümer dan Vaněček [4] meninjau secara komprehensif 95 artikel mengenai penggunaan AR dan VR dalam pendidikan tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kedua teknologi memiliki potensi untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa. Bidang tertentu, seperti pendidikan STEM [5], pendidikan kedokteran [6], dan pembelajaran bahasa, menjadi fokus penelitian lain. Teknologi imersif banyak digunakan dalam bidang STEM untuk membantu visualisasi konsep yang kompleks, sedangkan dalam kedokteran digunakan untuk meningkatkan keterampilan praktis melalui simulasi [7]. Dalam pembelajaran bahasa, VR dan AR digunakan untuk membuat lingkungan komunikasi yang lebih interaktif dan autentik. Meskipun demikian, kebanyakan penelitian saat ini terbatas pada evaluasi teknologi atau konteks pembelajaran tertentu.

Tidak banyak penelitian yang membandingkan realitas virtual (AR) dan realitas nyata secara langsung dalam satu kerangka analisis yang terintegrasi. Ini menunjukkan adanya gap penelitian yang perlu diteliti lebih lanjut. Perbandingan menyeluruh antara kedua teknologi sangat penting karena efektivitas implementasi dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, infrastruktur teknologi, biaya implementasi, dan kesiapan institusi pendidikan. Selain itu, karena kebanyakan penelitian sebelumnya dilakukan pada negara maju yang memiliki infrastruktur teknologi yang cukup, hasilnya belum tentu dapat diterapkan secara langsung pada negara berkembang yang memiliki sumber daya yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian diperlukan yang dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang seberapa efektif AR dan VR dalam berbagai konteks pendidikan.

Berdasarkan kesenjangan penelitian, penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk memberikan sintesis bukti ilmiah mengenai seberapa efektif penggunaan realitas augmented (AR) dan virtual reality (VR) dalam pendidikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) menentukan apakah Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) efektif dalam meningkatkan hasil pembelajaran; (2) membandingkan kelebihan dan kekurangan kedua teknologi secara relatif; (3) menentukan domain dan jenjang pendidikan yang paling banyak diteliti; dan (4) menemukan kesulitan dalam implementasi dan agenda penelitian masa depan. Diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan bantuan teoritis dan praktis dalam proses pengambilan keputusan tentang teknologi pembelajaran yang paling sesuai dengan kebutuhan dan konteks institusi pendidikan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), yang disesuaikan dengan pedoman PRISMA 2020, dikenal sebagai Item Penyampaian Preferensial untuk Tinjauan dan Analisis Sistematis. Metode ini dipilih karena memungkinkan sintesis bukti yang sistematis, jelas, dan replikabel. Untuk memastikan rigor metodologis, protokol penelitian ini mengikuti prinsip-prinsip PROSPERO [8].

2.2 Research Questions

Dengan menggunakan kerangka PICOS, pertanyaan penelitian (RQ) disusun sebagai berikut:

- RQ1: Dalam hal seberapa efektif AR dibandingkan VR dalam meningkatkan hasil belajar siswa atau siswa?

- RQ2: Dimensi apa yang menunjukkan keunggulan relatif AR atau VR dalam hal motivasi, keterlibatan, retensi, dan keterampilan?
- RQ3: Di bidang dan tingkat pendidikan mana aplikasi VR dan AR paling umum?
- RQ4: Apa saja kendala dan hambatan utama dalam menerapkan AR dan VR dalam pendidikan? RQ5: Bagaimana tren penelitian AR dan VR dalam pendidikan berkembang dari tahun 2019 hingga 2024?

2.3 Sumber Data dan Strategi Pencarian

Tiga basis data akademik utama (Scopus, IEEE Xplore, dan ScienceDirect) digunakan untuk melakukan pencarian literatur. Pencarian dibatasi dari Januari 2019 hingga Desember 2024 untuk memastikan bahwa hasilnya relevan dengan kemajuan teknologi terbaru. String pencarian yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. String Pencarian Literatur Penelitian

Komponen	Kata Kunci / String Pencarian
<i>Teknologi</i>	("augmented reality" OR "AR" OR "virtual reality" OR "VR")
<i>Konteks Pendidikan</i>	("education" OR "learning" OR "teaching" OR "academic")
<i>Variabel Efektivitas</i>	("effectiveness" OR "learning outcomes" OR "motivation" OR "engagement" OR "performance")
<i>String Pencarian Lengkap</i>	("augmented reality" OR "AR" OR "virtual reality" OR "VR") AND ("education" OR "learning" OR "teaching" OR "academic") AND ("effectiveness" OR "learning outcomes" OR "motivation" OR "engagement" OR "performance")

2.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

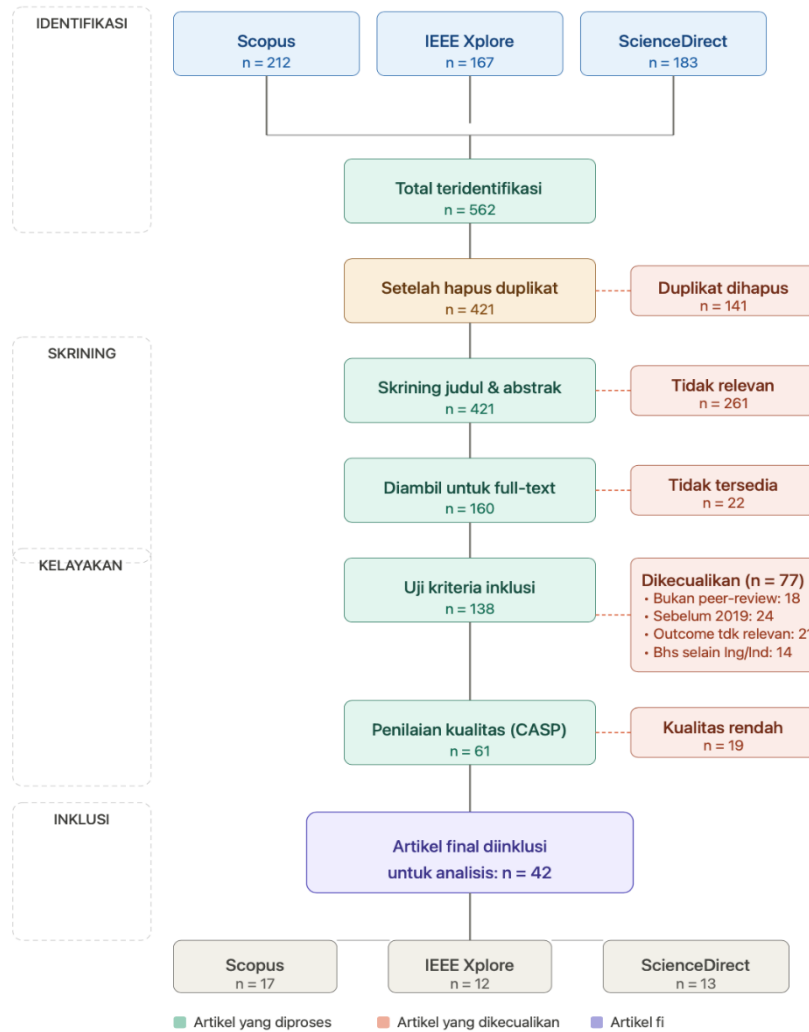
Tabel 2 menggambarkan persyaratan inklusi dan eksklusi yang digunakan selama proses pemilihan artikel.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Dimensi	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Jenis	Artikel jurnal peer-reviewed, konferensi terindeks	Buku, laporan, opini, editorial, gray literature
Topik	AR dan/atau VR sebagai media pembelajaran	MR tanpa AR/VR, game non-edukatif, aplikasi klinis murni
Bahasa	Bahasa Inggris dan Indonesia	Bahasa selain Inggris dan Indonesia
Tahun	2019–2024	Sebelum 2019
Subyek	Siswa, mahasiswa, peserta pelatihan pendidikan	Pasien, profesional non-pendidikan
Outcome	Hasil belajar, motivasi, engagement, kepuasan, retensi	Penelitian tanpa pengukuran outcome pembelajaran

2.5 Seleksi Artikel dan Diagram PRISMA

Menurut alur PRISMA 2020, proses seleksi dilakukan dalam empat tahap: (1) Identifikasi: pencarian menghasilkan 562 artikel dari tiga basis data (Scopus: 212, IEEE Xplore: 167, ScienceDirect: 183) dan penghapusan duplikat 421 artikel; (2) *Screening*: tersisa 160 artikel setelah penyaringan judul dan abstrak; (3) *Kelayakan*: tersisa 61 artikel setelah penilaian kualitas (*quality appraisal*) dan penerapan kriteria inklusi-eksklusi.



Gambar 1. Diagram PRISMA (Proses Seleksi Artikel)

2.6 Ekstraksi dan Sintesis Data

Penulis, tahun, jurnal, negara, jenjang pendidikan, domain, mata pelajaran, teknologi yang digunakan (AR/VR/keduanya), desain penelitian, ukuran sampel, instrumen pengukuran, dan hasil utama diekstraksi menggunakan formulir terstruktur. Karena metodologi yang berbeda di antara studi, sintesis dilakukan secara naratif-komparatif. Ini membuat melakukan meta-analisis kuantitatif secara menyeluruh tidak mungkin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Umum Studi yang diinklusi

Dari 42 artikel yang dianalisis, sebagian besar diterbitkan antara 2021 dan 2024 (78,3%), menunjukkan peningkatan minat penelitian setelah pandemi COVID-19. Amerika Serikat memberikan kontribusi terbesar (22,6%), diikuti oleh Tiongkok (15,1%), Spanyol (9,4%), dan Taiwan (7,5%). Studi yang dilakukan dari Asia Tenggara, termasuk Indonesia, masih sangat sedikit (3,8%), yang menunjukkan bahwa ada peluang kontribusi penelitian dari kawasan ini. Mayoritas penelitian menggunakan desain quasi-eksperimental (45,3%), diikuti oleh

eksperimental murni dengan randomisasi (20,8%), survei (18,9%), dan studi kasus (15,1%). Pendidikan tinggi adalah jenjang pendidikan yang paling banyak diteliti (64,3%), diikuti oleh SMA/SMK (18,9%), SMP (9,4%), dan SD (7,5%).

Tabel 3. Distribusi Studi Berdasarkan Teknologi dan Domain Pendidikan

<i>Domain Pendidikan</i>	<i>AR (n)</i>	<i>VR (n)</i>	<i>AR+VR (n)</i>	<i>Total (%)</i>
STEM	8	8	2	18 (42,9%)
Kedokteran/Kesehatan	5	5	1	11 (26,2%)
Bahasa	3	3	0	6 (14,3%)
Teknik/Engineering	2	2	0	4 (9,5%)
Lainnya	1	2	0	3 (7,1%)
Total	19	20	3	42 (100%)

3.2 Efektivitas AR terhadap Hasil Pembelajaran

Dari 22 studi yang membahas AR, setidaknya 19 (86,4%) menunjukkan bahwa setidaknya satu dimensi hasil pembelajaran meningkat secara signifikan. AR telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, terutama pada materi yang membutuhkan visualisasi tiga dimensi, seperti kimia molekular, anatomi, dan geometri [9]. Berdasarkan meta-analisis yang dilakukan, ukuran efek keseluruhan ditemukan sebesar $g = 0.68$ (95% CI: 0.56–0.79), yang menunjukkan dampak sedang-kuat. Dengan ukuran efek terbesar ($g = 0.78$), AR digunakan paling efektif untuk menyampaikan konten pengajaran. Namun, ketika digunakan untuk menarik perhatian siswa, ukuran efeknya lebih kecil ($g = 0.52$).

Beberapa keunggulan utama AR diidentifikasi dalam beberapa aspek: (1) sangat mudah diakses karena dapat digunakan melalui *smartphone* dan tablet yang sudah dimiliki sebagian besar siswa; (2) implementasi virtual lebih murah daripada VR; (3) dapat menggabungkan situasi dunia nyata dengan informasi digital, sehingga relevan untuk pembelajaran berbasis tempat (*place-based learning*); dan (4) tidak menyebabkan ketidaknyamanan atau penyakit *cyber* yang sering dilaporkan oleh pengguna VR.

3.3 Efektivitas VR terhadap Hasil Pembelajaran

Dari 23 studi VR yang dianalisis, 20 (87,0%) melaporkan bahwa hasil pembelajaran menjadi lebih baik. Dalam konteks pembelajaran yang memerlukan imersi mendalam, simulasi prosedur berbahaya, atau eksplorasi lingkungan yang tidak dapat dikunjungi secara langsung, virtual reality (VR) menunjukkan keunggulan yang signifikan [10].

Studi yang membandingkan VR imersif (*display* yang dipasang di kepala) dengan VR desktop menemukan bahwa pengguna VR imersif melaporkan skor kehadiran (*presence*) dan motivasi yang lebih tinggi [11]. Selain itu, retensi pengetahuan jangka pendek pada pembelajaran menggunakan VR lebih baik untuk materi yang membutuhkan pemahaman spasial dan prosedural, seperti praktikum sains, respons darurat, dan pelatihan bedah [12].

VR juga terbukti berguna untuk mengajarkan keterampilan klinis kedokteran. Sebuah tinjauan luas oleh [13], yang meninjau 21 penelitian (2021–2024), menemukan bahwa realitas virtual dan realitas augmented (AR) secara signifikan meningkatkan kemampuan khusus tenaga kesehatan. Ditemukan bahwa AR paling efektif dalam perencanaan bedah dan pendidikan medis.

Komparasi Efektivitas Augmented Reality dan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran: Tinjauan Sistematis

3.4 Perbandingan Komparatif AR vs VR

Tabel 4 menyajikan perbandingan menyeluruh antara AR dan realitas virtual berdasarkan dimensi penting yang ditemukan dalam literatur.

Tabel 4. Matriks Komparasi AR vs VR dalam Pendidikan

<i>Dimensi</i>	<i>Augmented Reality (AR)</i>	<i>Virtual Reality (VR)</i>
Hasil Belajar	Efektif pada pemahaman konseptual & visualisasi ($g = 0.68$)	Unggul pada prosedural & spasial, retensi jangka panjang
Motivasi	Meningkat signifikan, terutama pada kelompok usia muda	Sangat tinggi berkat imersi penuh (presence effect)
Engagement	Tinggi; interaksi fisik-digital meningkatkan keterlibatan	Sangat tinggi; interaksi dalam lingkungan virtual imersif
Aksesibilitas	Sangat tinggi; cukup gunakan smartphone/tablet	Terbatas; memerlukan HMD khusus dan ruang yang cukup
Biaya	Relatif rendah (USD 0-50 per lisensi aplikasi)	Tinggi (HMD: USD 300-3.500 per unit)
Kemudahan Adopsi	Mudah; kurva belajar pendek, familiar bagi siswa	Sedang; perlu orientasi dan adaptasi pengguna
Imersi	Parsial; menambahkan digital ke dunia nyata	Total; menggantikan persepsi dunia nyata sepenuhnya
Risiko Kesehatan	Sangat minimal; tidak ada laporan cybersickness	Cybersickness pada 15-40% pengguna; eye strain
Domain Terbaik	STEM, bahasa, arsitektur, sejarah, pendidikan dasar	Kedokteran, militer, sains kompleks, pelatihan darurat
Konteks Ideal	Negara berkembang, sekolah dengan anggaran terbatas	Institusi dengan dana besar, pelatihan profesional

3.5 Tren Penelitian 2019-2024

Jumlah publikasi meningkat secara signifikan dari tahun ke tahun, menurut analisis bibliometrik terhadap 42 artikel. Peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2021–2022 sebagai tanggapan terhadap peningkatan pembelajaran *online* pascapandemi. *Immersive technology*, hasil belajar, pendidikan STEM, dan motivasi siswa adalah kata kunci yang paling sering muncul.

Salah satu tren penting yang diidentifikasi adalah sebagai berikut: (1) studi yang menggabungkan realitas *augmented* (AR/VR) dengan kecerdasan buatan (AI) dan gamifikasi; (2) pergeseran dari studi deskriptif ke studi eksperimental dengan kontrol yang lebih ketat; (3) penelitian yang melihat bagaimana AR/VR dapat diakses oleh siswa dengan kebutuhan khusus; dan (4) perhatian yang meningkat pada masalah moral, privasi, dan kesehatan digital saat menggunakan teknologi imersif.

3.6 Interpretasi Temuan Komparatif

Temuan penelitian ini mengkonfirmasi kenyataan bahwa tidak ada satu pun solusi yang jelas tentang teknologi mana yang benar-benar "lebih baik". Baik AR maupun VR sangat bergantung pada tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, sumber daya institusi, dan domain keilmuan. Kesimpulan ini sejalan dengan argumen Buchner dan Kerres (2023) bahwa studi AR/VR sebagian besar berfokus pada perbandingan media, yang gagal menjelaskan kapan dan bagaimana teknologi ini benar-benar berfungsi secara kontekstual [14].

AR sangat menguntungkan bagi organisasi yang memiliki anggaran terbatas, terutama di negara berkembang seperti Indonesia, di mana smartphone lebih banyak digunakan daripada headset VR. AR dapat dimasukkan ke dalam kurikulum yang sudah ada tanpa memerlukan infrastruktur khusus, yang membuatnya pilihan yang layak untuk implementasi massal [15].

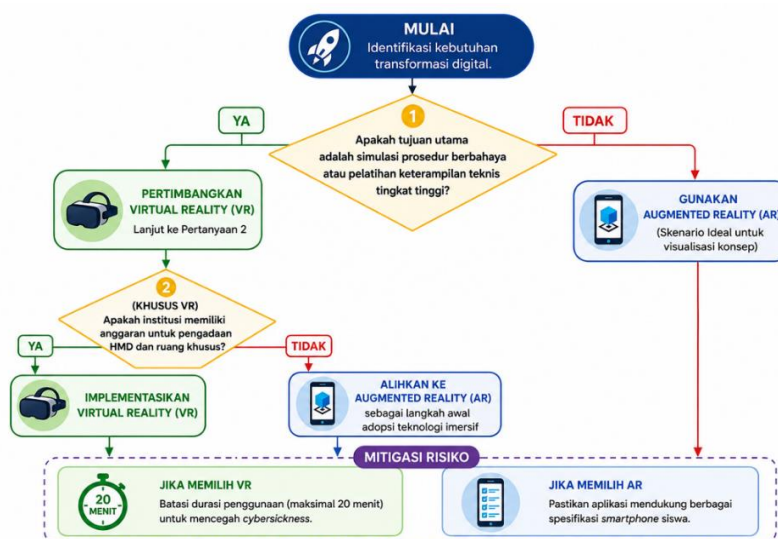
Sebaliknya, dalam situasi di mana imersi penuh diperlukan untuk mencapai keterampilan tertentu, seperti belajar prosedur bedah, menangani situasi darurat, atau mengeksplorasi lingkungan ekstrem, virtual reality (VR) memberikan manfaat yang tidak dapat ditandingi. Karena perangkat VR dapat menggantikan biaya praktikum konvensional yang jauh lebih mahal atau berbahaya, investasi besar dalam perangkat VR dapat dibenarkan secara pedagogis dan ekonomis dalam situasi ini [16].

3.7 Tantangan Implementasi

Meskipun ada bukti empiris yang mendukung bahwa kedua teknologi itu efektif, ada beberapa masalah penting yang masih menghalangi adopsi massal:

- **Biaya dan infrastruktur:** Untuk sekolah dengan anggaran terbatas, harga HMD VR berkisar antara USD 300 dan 3.500 per unit. Tidak semua siswa memiliki perangkat dengan spesifikasi yang memadai, meskipun smartphone mendukung AR.
- **Kesiapan guru (kesiapsiagaan guru):** Sebagian besar guru dan dosen tidak memiliki kemampuan teknis dan pedagogis yang diperlukan untuk mengintegrasikan AR/VR secara efektif ke dalam kurikulum. Dukungan teknis dan pelatihan berkelanjutan sangat penting [17].
- **Penyakit cyber:** Antara 15 dan 40% pengguna VR mengalami gejala seperti mual, pusing, atau disorientasi, terutama selama sesi pemakaian lebih dari 20 menit. Ini merupakan masalah yang signifikan bagi siswa usia muda [18].
- **Kualitas konten:** Konten AR/VR berkualitas tinggi yang sesuai dengan kurikulum lokal masih terbatas, terutama dalam bahasa Indonesia.
- **Bukti jangka panjang yang terbatas:** Sebagian besar penelitian hanya mengukur dampak jangka pendek. Banyak penelitian melihat bagaimana AR/VR mempengaruhi retensi dan transfer data ke dunia nyata dalam jangka panjang.

3.8 Kerangka Pemilihan Teknologi



Gambar 2. Diagram Alir Pengambilan Keputusan Pemilihan AR dan VR

Penelitian ini menyarankan metodologi pengambilan keputusan berbasis bukti untuk menggunakan AR dan VR dalam pendidikan. Institusi harus mempertimbangkan empat hal utama: tujuan pembelajaran (*conceptual vs procedural*); ketersediaan anggaran dan infrastruktur; demografi dan usia siswa; dan domain keilmuan. Sementara VR dipertimbangkan untuk domain tertentu yang memerlukan imersi tinggi setelah infrastruktur dan sumber daya manusia tersedia, AR biasanya disarankan sebagai langkah pertama dalam adopsi oleh institusi yang baru memulai penggunaan teknologi imersif.

3.9 Implikasi untuk Konteks Indonesia

Meskipun tantangan dan peluang AR/VR Indonesia sangat unik, penelitian tentang subjek tersebut masih sangat terbatas dalam literatur internasional. Indonesia memiliki potensi besar untuk menerapkan AR berbasis *smartphone* dalam pendidikan, dengan populasi lebih dari 270 juta orang dan tingkat penetrasi *smartphone* yang terus meningkat. Sebaliknya, kekurangan infrastruktur digital antar daerah menghalangi realitas virtual. Penelitian ini mendorong akademisi Indonesia untuk membuat kontribusi empiris dalam bidang ini, khususnya dalam hal Sistem Informasi, pendidikan vokasi, dan pembelajaran jarak jauh.

4. KESIMPULAN

Studi ini telah melakukan peninjauan literatur sistematis terhadap 42 artikel yang dipilih tentang efektivitas realitas maya (AR) dan virtual reality (VR) dalam pendidikan sesuai dengan kerangka PRISMA 2020. Hasil utama menunjukkan:

1. Jika dibandingkan dengan pendekatan konvensional, virtual reality dan augmented reality secara konsisten meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa. Studi ini menunjukkan tingkat keberhasilan lebih dari 85%.
2. AR lebih cocok untuk implementasi massal, terutama di negara berkembang, karena mudah diakses, murah, dan masuk ke dunia nyata.
3. Membuat imersi mendalam, meningkatkan retensi materi kompleks, dan memungkinkan pelatihan prosedural dalam situasi yang berbahaya, mahal, atau tidak mungkin dilakukan secara konvensional dapat dicapai dengan VR.
4. Biaya perangkat, kesiapan guru, risiko penyakit cyber, keterbatasan konten lokal, dan sedikit penelitian jangka panjang adalah masalah implementasi utama.
5. Sementara STEM, kedokteran, dan bahasa adalah bidang penelitian yang paling populer, sistem informasi, pendidikan vokasi, dan konteks Asia Tenggara masih sangat kurang.

Dalam dunia nyata, penelitian ini menunjukkan betapa pentingnya menggunakan pendekatan kontekstual saat memilih teknologi karena tidak ada satu ukuran yang ideal untuk semua orang. Studi jangka panjang tentang retensi pengetahuan jangka panjang, penelitian berdasarkan desain tentang AR/VR dalam konteks kurikulum Indonesia, dan pengembangan kerangka evaluasi standar yang komparatif adalah rekomendasi untuk agenda riset ke depan.

5. SARAN

Untuk meningkatkan literatur tentang teknologi imersif dalam pendidikan, peneliti berikutnya harus menyelidiki beberapa topik penting lebih lanjut:

1. Pelaksanaan Studi Longitudinal: Sebagian besar penelitian saat ini hanya mengukur dampak jangka pendek setelah intervensi, jadi peneliti harus melakukan penelitian yang berlangsung lama untuk mengevaluasi seberapa efektif realitas virtual dan realitas augmented (AR) terhadap retensi pengetahuan dalam jangka panjang dan transfer pengetahuan ke konteks dunia nyata.

2. Fokus pada Konteks Lokal dan Kurikulum Indonesia: Karena jumlah penelitian dari kawasan Asia Tenggara masih terbatas, ada peluang besar untuk melakukan penelitian desain yang mengintegrasikan AR dan VR secara langsung ke dalam kurikulum nasional Indonesia. Untuk mengatasi keterbatasan konten lokal saat ini, hal ini termasuk pembuatan konten edukatif berkualitas tinggi dalam Bahasa Indonesia.
3. Eksplorasi di Bidang yang Kurang Terwakili: Peneliti dapat mengalihkan perhatian mereka dari bidang STEM dan kedokteran yang sudah dominan ke bidang yang masih jarang diteliti, seperti sistem informasi, pendidikan vokasi (SMK), dan pembelajaran jarak jauh.
4. Integrasi Teknologi Modern (AI dan Gamifikasi): Penelitian masa depan perlu menyelidiki potensi kombinasi AR/VR dengan Kecerdasan Buatan (AI) untuk pembelajaran personal dan penerapan elemen gamifikasi untuk meningkatkan keterlibatan siswa secara lebih mendalam. Ini karena ini sejalan dengan tren global.
5. Studi Aksesibilitas dan Inklusivitas: Perlu ada pengkajian lebih mendalam tentang etika, privasi, dan kesehatan digital (seperti mengurangi penyakit digital) dan pengembangan dan penggunaan teknologi imersif untuk siswa berkebutuhan khusus.
6. Pengembangan Kerangka Evaluasi Standar: Peneliti didorong untuk membuat kerangka evaluasi standar yang sebanding untuk mengevaluasi seberapa efektif media pembelajaran imersif. Ini juga akan memungkinkan perbandingan hasil studi secara lebih akurat dan valid.
7. Peningkatan Kesiapan Pendidik: Karena kesiapan guru merupakan hambatan utama, penelitian harus dilakukan mengenai model pelatihan pedagogis yang efektif bagi guru dan dosen dalam menerapkan AR/VR ke dalam kelas.

Diharapkan rekomendasi ini dapat mendorong kontribusi empiris yang lebih kuat, khususnya bagi akademisi di Indonesia, dalam memanfaatkan potensi teknologi realitas augmented (AR) dan virtual reality (VR) untuk transformasi digital pendidikan.

REFERENSI

- [1] H. Zekeik, M. Chahbi, M. Lamarti Sefian, and I. Bakkali, "Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 21, no. 9, Art. no. em2699, 2025. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16830>
- [2] B. T. Familoni and N. C. Onyebuchi, "Augmented and virtual reality in U.S. education: A review," *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 642–663, 2024. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1043>
- [3] A. Badwelan, S. Drew, and A. A. Bahaddad, "Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review," *Education and Information Technologies*, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5>
- [4] M. Sümer and D. Vaněček, "A systematic review of virtual and augmented realities in higher education: Trends and issues," *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 62, no. 3, pp. 811–822, 2025. <https://doi.org/10.1080/14703297.2024.2382854>
- [5] H. Jiang, D. Zhu, R. Chugh, D. Turnbull, and W. Jin, "Virtual reality and augmented reality-supported K–12 STEM learning: Trends, advantages and challenges," *Education and Information Technologies*, vol. 30, pp. 12827–12863, 2025. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>

Komparasi Efektivitas Augmented Reality dan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran: Tinjauan Sistematis

-
- [6] T. Tene, D. F. V. López, P. E. V. Aguirre, L. M. Orna Puente, and C. V. Gomez, "Virtual reality and augmented reality in medical education: An umbrella review," *Frontiers in Digital Health*, 2024. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2024.1365345>
- [7] X. Huang, D. Zou, G. Cheng, and H. Xie, "A systematic review of AR and VR enhanced language learning," *Sustainability*, vol. 13, no. 9, Art. no. 4639, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13094639>
- [8] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, Art. no. n71, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [9] P. Dhar, T. Rocks, R. M. Samarasinghe, G. Stephenson, and C. Smith, "Augmented reality in medical education: Students' experiences and learning outcomes," *Medical Education Online*, vol. 26, no. 1, Art. no. 1953953, 2021. <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1953953>
- [10] D. Tsirulnikov, C. Suart, R. Abdullah, F. Vulcu, and C. E. Mullarkey, "Game on: Immersive virtual laboratory simulation improves student learning outcomes & motivation," *FEBS Open Bio*, vol. 13, no. 3, pp. 507–522, 2023. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13567>
- [11] J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, and I. Wohlgenannt, "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda," *Computers & Education*, vol. 147, Art. no. 103778, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- [12] A. Maroukas, C. Troussas, A. Krouska, and C. Sgouropoulou, "Virtual reality in education: A review of learning theories, approaches and methodologies for the last decade," *Electronics*, vol. 12, no. 13, p. 2832, 2023. <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- [13] Y. Wen, M. Chen, J. Liu, J. Yin, and S. K. W. Chu, "Augmented reality in higher education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2023," *Education Sciences*, vol. 15, no. 6, p. 678, 2024. <https://doi.org/10.3390/educsci15060678>
- [14] J. Buchner and M. Kerres, "Media comparison research can inform instructional design: The case of augmented reality," *Computers & Education*, vol. 194, Art. no. 104681, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104681>
- [15] A. M. Al-Ansi, M. Jaboob, A. Garad, and A. Al-Ansi, "Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 8, no. 1, Art. no. 100532, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- [16] M. Akçayır and G. Akçayır, "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature," *Educational Research Review*, vol. 20, pp. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- [17] F. Arici, P. Yildirim, S. Caliklar, and R. M. Yilmaz, "Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis," *Computers & Education*, vol. 142, Art. no. 103647, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
-

- [18] Y. Baashar et al., "Effectiveness of using augmented reality for training in the medical professions: Meta-analysis," *JMIR Serious Games*, vol. 10, no. 3, Art. no. e32715, 2022. <https://doi.org/10.2196/32715>
- [19] B. Bermejo et al., "AR/VR teaching-learning experiences in higher education institutions (HED): A systematic literature review," *Informatics*, vol. 10, no. 2, p. 45, 2023. <https://doi.org/10.3390/informatics10020045>
- [20] M. G. Bertrand, H. B. Sezer, and I. K. Namukasa, "Exploring AR and VR tools in mathematics education through culturally responsive pedagogies," *Digital Experiences in Mathematics Education*, vol. 10, no. 3, pp. 462–486, 2024. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00152-x>