

Pemetaan Tren Riset dan Dampak Pedagogis Augmented Reality dalam Pembelajaran Fisika: Analisis Bibliometrik dan Systematic Literature Review

Fabrizia Hidayatul Fadilla¹, Aqilla Mumtaza¹, Ahmad Fauzi¹, Muhammad Wildan Afifi¹, Gaguk Resbiantoro¹

¹Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Indonesia

ABSTRACT

Purpose – This study comprehensively maps and analyzes the effectiveness and implementation challenges of Augmented Reality (AR) in Indonesian physics education from 2020 to 2024.

Method – A combined bibliometric analysis and Systematic Literature Review (SLR) approach, following the PRISMA 2020 protocol, was used. One hundred (100) peer-reviewed articles from the Crossref database were collected. VOSviewer mapped publication trends, and SLR synthesized evidence across key indicators: learning outcomes, motivation, interest, critical thinking, and implementation barriers.

Findings – Analysis of the 100 articles revealed five dominant research clusters: learning outcomes, motivation, interest, critical thinking, and implementation barriers. The SLR confirms substantial effectiveness of AR (average N-gain = 0.71, categorized as high) in improving students' conceptual understanding. However, its widespread integration faces persistent challenges related to digital infrastructure, technical reliability, curriculum alignment, and teacher readiness.

Research Implications – To ensure sustainable integration, policymakers must prioritize strengthening digital infrastructure and teacher technical competence. The findings recommend that developers focus on creating AR content that is both pedagogically sound and designed for low-bandwidth environments to maximize the educational impact of AR in the Indonesian context.

 OPEN ACCESS

ARTICLE HISTORY

Received: 29-09-2025

Revised: 25-10-2025

Accepted: 27-10-2025

KEYWORDS

augmented reality,
physics learning,
bibliometric analysis,
systematic literature
review, effectiveness,
challenges

Corresponding Author:

Gaguk Resbiantoro

Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Indonesia

Email: gaguk@uinsatu.ac.id

Pendahuluan

Kualitas pendidikan di era digital bertransformasi seiring dengan munculnya teknologi imersif, salah satunya *Augmented Reality* (AR). *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang mengintegrasikan objek virtual (seperti model 3D, teks, atau video) ke dalam lingkungan nyata secara *real-time*, menciptakan pengalaman yang lebih interaktif dan kaya informasi bagi pengguna (Nindyatami et al., 2024). Pembelajaran fisika merupakan salah satu bidang studi yang seringkali sulit dipahami siswa karena banyak mengandung konsep abstrak dan menuntut kemampuan spasial yang tinggi, misalnya pada materi induksi elektromagnetik, mekanika, atau optik (Krüger et al., 2022). *Augmented Reality* (AR) menawarkan solusi pedagogis dengan merepresentasikan fenomena fisik ini dalam ruang tiga dimensi, menjembatani kesenjangan antara teori abstrak dan visualisasi konkret. Dengan interaksi kontekstual ini, potensi peningkatan pemahaman konseptual dan hasil belajar siswa menjadi sangat signifikan dibandingkan metode tradisional.

Meskipun potensi *Augmented Reality* (AR) sangat besar, evaluasi terhadap dampaknya di Indonesia masih menunjukkan beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu diatasi. Pertama, sebagian besar studi masih terfragmentasi, lebih banyak berfokus pada evaluasi kepuasan pengguna atau hasil kognitif jangka pendek, dan kurang memberikan pengukuran kuantitatif yang komprehensif terhadap indikator penting lainnya seperti motivasi, minat belajar, dan keterampilan berpikir kritis siswa dalam jangka panjang (Astalini et al., 2019). Pengukuran motivasi secara kuantitatif yang minim menjadi isu krusial karena motivasi adalah pemicu utama keterlibatan siswa dalam pembelajaran fisika (Kanti et al., 2022). Kedua, studi yang ada belum menyajikan sintesis holistik yang menghubungkan efektivitas *Augmented Reality* (AR) dengan tantangan implementasi yang persisten, seperti keterbatasan infrastruktur digital, kurangnya pelatihan guru, dan kesulitan integrasi ke dalam kurikulum nasional (Kuswinardi et al., 2023). Kesenjangan ini menunjukkan bahwa penelitian yang lebih terstruktur diperlukan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai efektivitas dan tantangan *Augmented Reality* (AR) dalam konteks pendidikan fisika di Indonesia secara keseluruhan.

Untuk menjawab kesenjangan tersebut, penelitian ini menyajikan kontribusi baru (*novelty*) melalui pendekatan gabungan Analisis Bibliometrik dan *Systematic Literature Review* (SLR). Metode ini jarang ditemukan pada penelitian fisika berbasis *Augmented Reality* (AR) di Indonesia. Analisis Bibliometrik digunakan untuk memetakan tren publikasi, kluster topik dominan, dan jaringan kata kunci dari artikel yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2024, sementara *Systematic Literature Review* SLR digunakan untuk mensintesis bukti kualitatif dan kuantitatif (termasuk efektivitas N-gain) mengenai hasil belajar, motivasi, dan tantangan implementasi. Dengan menganalisis 100 artikel dari basis data Crossref, penelitian ini bertujuan: (1) memetakan tren publikasi *Augmented Reality* (AR) dalam topik fisika di Indonesia; (2) menganalisis efektivitas *Augmented Reality*

(AR) dalam meningkatkan hasil belajar, motivasi, minat, dan kemampuan berpikir kritis siswa; serta (3) mengidentifikasi hambatan utama dalam penerapannya di lingkungan pendidikan. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan rekomendasi berbasis bukti untuk memajukan integrasi *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan fisika dan sains di Indonesia.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan antara analisis bibliometrik dan Systematic Literature Review (SLR) yang disusun berdasarkan protokol PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan penelitian terkait penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran fisika sekaligus menelaah secara mendalam efektivitas dan tantangan penerapannya. Metode gabungan ini menghasilkan sintesis yang komprehensif antara data kuantitatif dari analisis bibliometrik dan hasil kualitatif dari SLR (Lame, 2019).

Proses pencarian dan pengumpulan data melalui basis data Crossref. Basis data tersebut dipilih karena bersifat terbuka (open-access), memiliki cakupan publikasi nasional dan internasional yang luas, serta kompatibel dengan perangkat analisis bibliometrik yang peneliti gunakan yaitu VOSviewer (Bahri & Nasution, 2025). Pemilihan satu basis data ini didasarkan pada pertimbangan konsistensi dan relevansi terhadap konteks publikasi ilmiah di Indonesia. Pencarian literatur dilakukan dengan kata kunci "*Augmented Reality*" dan "*Physics Education*" pada periode 2020–2024. Dari hasil pencarian awal, diperoleh sebanyak 100 artikel yang kemudian diseleksi melalui tahapan sistematis sesuai prosedur PRISMA 2020.

Setelah data terkumpul, selanjutnya pada tahapan pemilihan data atau seleksi data. Tahap ini dilaksanakan untuk menentukan apakah literatur yang didapat layak untuk digunakan menjadi data pada penelitian atau tidak. Pada tahap kriteria inklusi, peneliti menentukan kriteria-kriteria untuk memilih literatur yang digunakan dalam penelitian. Adapun kriteria-kriterianya sebagai berikut:

- a. Literatur berupa artikel jurnal.
- b. Metode penelitian literatur adalah kualitatif dan kuantitatif.
- c. Tahun publikasi literatur maksimal 5 tahun terakhir (tahun 2020-2024).
- d. Literatur membahas tentang pengaruh penerapan *augmented reality* (AR) dalam pembelajaran fisika terhadap hasil belajar, motivasi, minat, dan kemampuan berpikir kritis siswa.
- e. Subjek penelitian pada literatur adalah siswa di Indonesia (A. A. Putri & Juandi, 2022).

Protokol yang peneliti gunakan ditahap selanjutnya adalah Protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) dimana terdapat

empat tahapan yaitu identifikasi, skrinning, kesesuaian dan final (Liberati et al., 2009) yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Tahap 1 (Identifikasi)
Terdapat 100 artikel hasil studi yang teridentifikasi terkait penggunaan AR dalam pembelajaran fisika menggunakan mesin pencari Publish or Perish dengan basis data Crossref mulai tahun 2020-2024.
- b. Tahap 2 (Skrinning)
Sebanyak 58 artikel dikeluarkan karena duplikasi atau ketidaksesuaian topik.
- c. Tahap 3 (Kesesuaian)
Pada tahap ini terdapat 32 artikel yang dievaluasi.
- d. Tahap 4 (Artikel Final)
Terdapat 10 artikel terakhir memenuhi seluruh kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut dalam SLR.

Jumlah artikel pada setiap tahapan PRISMA disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Jumlah artikel pada setiap tahapan PRISMA 2020

Tahapan PRISMA 2020	Artikel Jumlah	Keterangan
Identifikasi	100	Artikel hasil penelusuran awal dari database Crossref
Penyaringan (Screening)	42	Artikel dieliminasi karena duplikasi dan topik tidak relevan
Kesesuaian (Eligibility)	32	Artikel diseleksi berdasarkan teks penuh dan kesesuaian metodologi
Inklusi (Include)	10	Artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan dianalisis dalam SLR

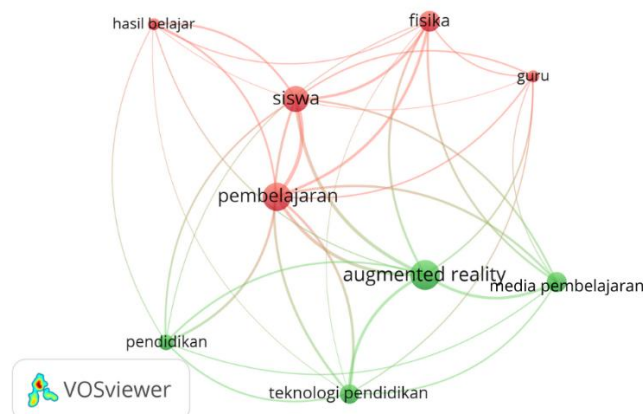
Analisis bibliometrik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak VOSviewer versi 1.6.20 untuk memetakan hubungan antar kata kunci, penulis, dan sumber publikasi. Konfigurasi teknis yang digunakan mencakup *minimum occurrence* sebesar lima, metode normalisasi *association strength*, teknik perhitungan *full counting*, dan algoritma tata letak *LinLog/modularity optimization*. Analisis ini menghasilkan tiga jenis visualisasi utama, yaitu *network visualization*, *overlay visualization*, dan *density visualization*, yang memberikan gambaran keterkaitan tematik antar penelitian (Zakiyyah & Winoto, 2022).

Hasil

1. Visualisasi Jaringan Kata Kunci

Data dalam format RIS telah diimpor ke perangkat lunak VOSViewer, diolah, dan divisualisasikan menjadi jaringan kluster sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Hubungan antar kata kunci divisualisasikan melalui sembilan istilah utama, yaitu

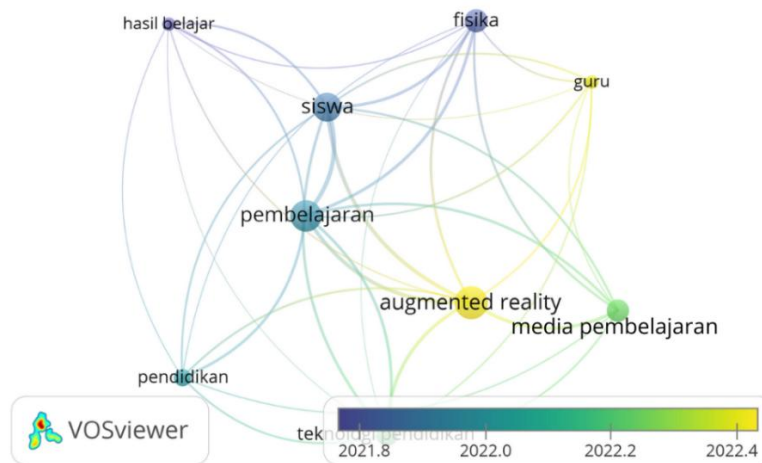
augmented reality, media pembelajaran, teknologi pendidikan, pendidikan, siswa, guru, hasil belajar, pembelajaran, dan fisika. Satu kata kunci diwakili oleh setiap node dalam jaringan, sedangkan keterkaitan tematik atau konseptual ditunjukkan oleh garis penghubung antar node. Kata kunci pembelajaran menjadi pusat jaringan, menegaskan perannya sebagai tema utama penelitian. AR dan siswa menonjol dengan frekuensi tinggi dan koneksi kuat, menunjukkan relevansi besar dalam teknologi pendidikan untuk meningkatkan pengalaman belajar. Sebaliknya, guru dan fisika memiliki koneksi lemah, mengindikasikan area kurang dieksplorasi. AR berfungsi sebagai alat kunci dalam pendidikan, didukung oleh hubungan erat dengan pembelajaran dan siswa, serta diperkuat oleh kluster hijau yang mencakup teknologi pendidikan dan media pembelajaran. Namun, peran guru dalam integrasi AR dan aplikasi spesifik fisika masih minim, membuka peluang penelitian lebih lanjut (Susanti, Fajaria Meli dan Lestari, 2023).



Gambar 1. Network visualisation

2. Tren Publikasi 2020–2024

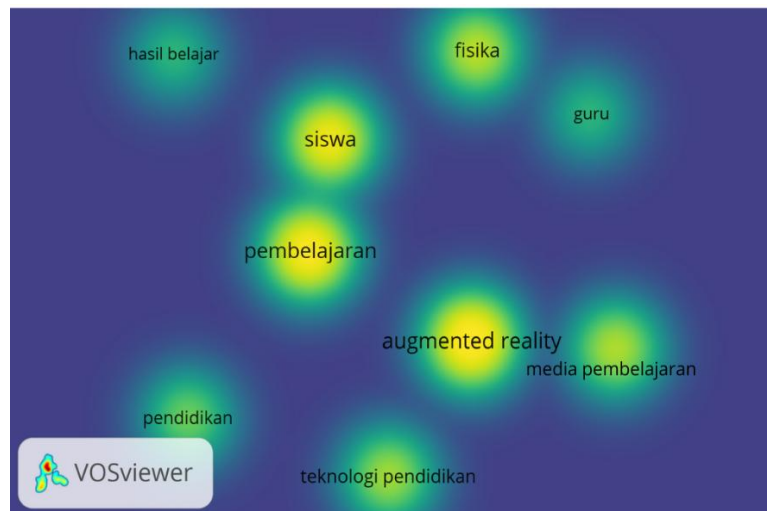
Tren publikasi periode 2020–2024 telah divisualisasikan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2, untuk menunjukkan distribusi temporal topik penelitian melalui skema warna node dalam jaringan VOSViewer. Tahun publikasi direpresentasikan melalui pewarnaan node, di mana warna kuning menunjukkan topik yang baru muncul, sedangkan warna biru gelap menunjukkan topik yang telah lama menjadi fokus penelitian. Kata kunci AR dan guru direpresentasikan oleh node berwarna kuning, yang menandakan bahwa topik ini masih baru dan memiliki peluang besar untuk penelitian lanjutan. Sementara itu, node berwarna biru gelap menggambarkan topik yang lebih matang dengan frekuensi publikasi yang stabil namun terbatas misalnya pada fisika dan hasil belajar (mendekati 2021,8). Skema transisi dari hijau ke kuning (seitar 2022,0 hingga 2022,2) pada media pembelajaran dan teknologi Pendidikan mengindikasikan peralihan minat penelitian yang meningkat seiring waktu. Melalui analisis ini, panduan strategis dapat diperoleh untuk memprioritaskan topik-topik baru seperti elemen guru dan AR sebagai emergensi penelitian (Susanti, Fajaria Meli dan Lestari, 2023).



Gambar 2. Overlay Visualisation

3. Kerapatan Topik Penelitian

Kerapatan (densitas) topik penelitian telah digambarkan pada Gambar 3 dengan menggunakan peta densitas VOSViewer untuk menggambarkan intensitas penelitian pada berbagai kata kunci. Warna kuning pada kata kunci AR, pembelajaran, dan siswa menunjukkan densitas yang tinggi, mengindikasikan bahwa topik-topik tersebut merupakan fokus utama dan sering dieksplorasi dalam literatur. Topik seperti teknologi pendidikan, media pembelajaran, dan fisika ditandai dengan warna kuning kehijauan, mencerminkan densitas yang cukup tinggi namun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan topik berwarna kuning. Sementara itu, kata kunci pendidikan, hasil belajar, dan guru berwarna kehijauan, menandakan densitas yang lebih rendah serta frekuensi penelitian yang kurang intens pada topik tersebut. Berdasarkan peta densitas tersebut, dapat disimpulkan bahwa AR dan aspek pembelajaran yang berfokus pada siswa merupakan area penelitian yang sangat aktif, sedangkan topik seperti pendidikan secara umum dan guru masih memiliki potensi untuk dieksplorasi lebih lanjut karena intensitas penelitiannya yang lebih rendah. Visualisasi ini memberikan wawasan strategis dalam mengarahkan penelitian masa depan ke area yang kurang padat sehingga dapat menghasilkan kontribusi baru dalam bidang pendidikan fisika berbasis teknologi (Izdiyar et al., 2024).



Gambar 3. Densitas Visualisation

4. Distribusi Tahun Publikasi

Distribusi tahun publikasi jurnal dari 2020 hingga 2024 telah dikelompokkan berdasarkan tahun publikasi menjadi lima kategori, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4. Data tersebut menunjukkan adanya tren peningkatan publikasi topik AR selama periode tersebut, meskipun disertai dengan fluktuasi tertentu. Pada tahun 2020 tercatat 11 jurnal yang dipublikasikan, kemudian terjadi peningkatan signifikan pada tahun 2021 dengan 24 jurnal. Jumlah publikasi sedikit menurun menjadi 23 jurnal pada tahun 2022, sebelum kembali meningkat pada tahun 2023 dengan 26 jurnal yang merupakan puncak publikasi dalam periode analisis. Pada tahun 2024, jumlah publikasi menurun menjadi 15 jurnal. Pola fluktuasi ini mengindikasikan adanya dinamika minat penelitian terhadap AR, dengan peningkatan yang kuat pada awal periode dan kecenderungan perlambatan pada tahun terakhir. Temuan ini dapat dijadikan dasar untuk mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi intensitas penelitian, seperti perkembangan teknologi, pendanaan, maupun kebutuhan pendidikan, serta untuk mengidentifikasi peluang penelitian selanjutnya di bidang ini (Ilhamsyah et al., 2022).



Gambar 4. Jumlah publikasi per tahun

5. Distribusi Penerbit Jurnal

Distribusi penerbit jurnal yang memublikasikan penelitian tentang AR memperlihatkan adanya variasi dalam jumlah publikasi antar penerbit. Sebagian besar penerbit hanya memublikasikan satu hingga dua jurnal, yang mencerminkan kontribusi yang masih terbatas terhadap topik ini. Meskipun demikian, beberapa penerbit menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi. Kappa Journal tercatat sebagai penerbit paling produktif dengan 17 jurnal yang berfokus pada AR, diikuti oleh Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika dengan 5 jurnal, serta Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika dengan 4 jurnal. Jurnal Wahana Pendidikan Fisika dan Jurnal Penelitian Pendidikan IPA masing-masing memublikasikan 3 jurnal. Mayoritas penerbit yang dianalisis memiliki fokus pada bidang fisika dan sains, yang menunjukkan bahwa penelitian AR dalam konteks ini erat kaitannya dengan aplikasi pendidikan sains serta pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. Data tersebut juga mengindikasikan dominasi beberapa penerbit dalam penyebaran penelitian terkait AR, sekaligus membuka peluang bagi penerbit lain untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut pada bidang serupa (Adi & Putri, 2025).

6. Hasil Systematic Literature Review

6.1. Pengelompokan Jenjang Pendidikan

Setelah proses seleksi menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), menghasilkan beberapa jurnal yang memenuhi kriteria kualifikasi direview secara manual dan menghasilkan 10 jurnal. Dari 10 jurnal tersebut dikelompokkan berdasarkan jenjang sampel penelitian, ada 4 kategori jenjang pendidika: Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA), dan Perguruan Tinggi.

Tabel 2. Pengelompokan sampel penelitian literatur berdasarkan jenjang

Jenjang Pendidikan	Jumlah
Sekolah Dasar	2
Sekolah Menengah Pertama	2
Sekolah Menengah Atas	5
Perguruan Tinggi	1

Tabel di atas menunjukkan dominasi dari jenjang SMA yang berjumlah 5 jurnal, diikuti jenjang SD dan SMP masing-masing berjumlah 2 jurnal, dan diakhiri jenjang Perguruan Tinggi dengan jumlah 1 jurnal. Dari hasil tersebut menandakan bahwa penerapan dari *augmented reality* dalam pembelajaran fisika lebih sering diterapkan pada jenjang SMA karena relevansi materi fisika yang kompleks dan kesiapan siswa dalam menggunakan teknologi tersebut. Selain itu, penerapan AR dalam pembelajaran fisika juga membantu memvisualisasikan konsep yang terlihat abstrak (Tegar Putra Socrates, 2022).

6.2. Hasil Penelitian per Topik Materi

Pada induksi elektromagnetik, penggunaan *augmented reality* dalam proses pembelajaran fisika dapat meningkatkan ketuntasan belajar siswa pada materi induksi elektromagnetik dari 74,29% (26 dari 35 siswa) menjadi 97,14% (34 dari 35 siswa), dengan kenaikan sebesar 22,85% (Hartono, 2022). Akan tetapi, terdapat beberapa kendala dalam proses penerapannya dimana terjadi gangguan teknis seperti error pada sistem perangkat android dan jawaban yang seharusnya benar tapi dinilai salah oleh sistem AR. Selain pada materi induksi elektromagnetik, penerapan teknologi AR juga dimanfaatkan dalam pembelajaran fisika materi suhu dan kalor. *E-book* fisika berbantuan AR dengan pendekatan problem based learning secara signifikan meningkatkan minat belajar siswa pada materi suhu dan kalor, dengan kelas eksperimen mencatat peningkatan 91,7% berdasarkan uji *Hotelling's Trace*, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol 1 (87,1%) dan kontrol 2 (88,6%), serta nilai signifikansi kurang dari 0,05 dari uji Post-Hoc. Visualisasi AR mengkonkretkan konsep abstrak, dan PBL memicu keterlibatan aktif siswa dalam pemecahan masalah, membuat pembelajaran lebih menarik. Namun, kelemahan AR mencakup teknologi yang masih baru, sehingga gangguan teknis pada perangkat lunak atau keras dapat mengurangi efektivitas pengalaman belajar, dan keberhasilannya bergantung pada kualitas konten serta integrasi kurikulum yang tepat (Novita, 2023).

Pada materi tata surya, penggunaan media pembelajaran berbasis aplikasi AR efektif meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Dalam studi kuantitatif kelas eksperimen yang menggunakan AR mencatat peningkatan signifikan, dengan rata-rata skor posttest 87,5 (dari 48,3 pada pretest) dan nilai N-gain 0,76 (kategori tinggi), dibandingkan kelas kontrol dengan rata-rata posttest 66 dan N-gain 0,29 (kategori rendah) (Fujiyati, 2024). Tak hanya pada materi tersebut, penerapan aplikasi game edukasi fisika berbasis AR BRIGFAT terbukti meningkatkan minat belajar siswa pada materi kinematika secara signifikan, dengan skor rata-rata angket uji coba sebesar 97,5%. Data angket menunjukkan 98,3% siswa merasa belajar lebih menyenangkan dan tampilan aplikasi menarik serta ramah pengguna (Simaremare et al., 2022). Kemudian, penerapan media pembelajaran berbasis AR untuk materi gerak lurus meningkatkan minat belajar siswa dengan skor rata-rata respons siswa sebesar 86,2% (kategori sangat baik). Sebanyak 89,7% siswa menilai desain AR menarik dan mudah digunakan, 84,5% merasa animasi memudahkan pemahaman, dan 89,1% termotivasi untuk mempelajari gerak lurus (Ramadhan et al., 2023).

Selanjutnya, media pembelajaran berbasis AR dengan pendekatan *problem solving* untuk materi perpindahan kalor meningkatkan pemahaman konsep dan keaktifan mahasiswa. Kelas eksperimen mencatat rata-rata skor pretest 42,97 dan posttest 83,91, dengan N-gain 0,71 (kategori tinggi), sedangkan kelas kontrol (PowerPoint) memiliki pretest 45,47 dan posttest 65,31, dengan N-gain 0,35 (kategori sedang). Sebanyak 84% mahasiswa memberikan respon positif terhadap AR, menilai media ini berguna, mudah

digunakan, dan memuaskan (Ismail, 2021). Dan penerapan buku teks berbasis AR untuk materi kalor dan perpindahannya terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan rata-rata N-Gain 0.71 (kategori tinggi). Skor *pretest* siswa naik dari 60.4 menjadi 88.6 pada *posttest*, dengan indikator seperti evaluasi (N-Gain 0.91) dan interpretasi (0.79) menunjukkan peningkatan signifikan (Hidayat et al., 2024).

Pembahasan

Hasil dalam proses *Systematic Literature Review* (SLR) secara konsisten mengonfirmasi dan mengindikasikan bahwa penerapan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran fisika memberikan dampak positif yang signifikan, terutama pada peningkatan hasil belajar, motivasi, minat, dan keterampilan berpikir kritis siswa. Temuan tersebut diperkuat oleh data kuantitatif seperti dalam hal peningkatan hasil belajar, terdapat peningkatan persentasi ketuntasan belajar pada materi induksi elektromagnetik sebesar 22,85% yaitu ketuntasan belajar sebelum perlakuan 74,29 % menjadi 97,14 % setelah perlakuan menggunakan aplikasi *Augmented Reality* (Hartono, 2022). Selain itu, hasil N-gain diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,76 dalam kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan aplikasi *Augmented Reality* pada materi IPA tentang tata surya (Fujiyati, 2024). Pada pokok bahasan gerak lurus dengan perlakuan pemberian media pembelajaran berbasis *augmented reality* juga membawa peningkatan hasil belajar dari siswa (Ramadhan et al., 2023). Dari beberapa penelitian tersebut dapat ditarik benang merah bahwasanya penerapan *augmented reality* dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan hasil belajar siswa karena mereka bisa memvisualisasikan materi yang terlihat abstrak.

Dalam temuan SLR tersebut penerapan *augmented reality* tidak hanya dapat meningkatkan hasil belajar tetapi juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Seperti hasil yang didapatkan oleh Fujiyanti (2024) dimana Hasil hitung untuk peningkatan motivasi belajar terhadap media diperoleh hasil sig. (2-tailed) $0.000 < 0.05$, H_0 ditolak. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran IPA (fisika) tentang tata surya dengan menggunakan *augmented reality* memberikan dampak positif terhadap peningkatan motivasi belajar siswa (Fujiyati, 2024). Pada materi Hukum Kepler, penerapan *augmented reality* dapat meningkatkan semangat belajar dari para siswa dan sekaligus hasil belajarnya (Hidayat et al., 2024). Penerapan *augmented reality* membawa motivasi dan antusiasme tersendiri bagi siswa karena mereka mencoba hal baru yang dulunya belum pernah mereka rasakan. Berawal dari anggapan bahwa pembelajaran fisika terkesan membosankan dan monoton, kini pikiran tersebut berangsur sirna.

Selain itu, minat belajar siswa berkobar dengan penggunaan AR. Pemanfaatan e-book fisika berbantuan *augmented reality* dalam pembelajaran menunjukkan bahwa minat belajar fisika siswa pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol 1 dan kontrol 2. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan e-book fisika berbantuan

augmented reality yang menarik mampu menarik minat belajar sehingga siswa lebih aktif dalam pembelajaran (Novita, 2023). Pada materi fluida dinamis, 90% siswa menunjukkan minat tinggi terhadap *flashcard* AR yakni dengan hasil skor respons 95,18%–95,73% menunjukkan nilai yang cukup tinggi (M. Putri et al., 2024). Penerapan game edukasi terintegrasi teknologi *augmented reality* yang dikemas dalam aplikasi BRIGFAT mampu meningkatkan minat belajar siswa, menyenangkan dan mudah dioperasikan pada materi kinematika (Simaremare et al., 2022). Tak hanya hasil belajar dan motivasi belajar tetapi minat belajar pun ikut meningkat dengan diterapkannya pembelajaran berbasis *augmented reality*.

Penerapan *augmented reality* juga menajamkan keterampilan berpikir siswa dan juga membuka pintu menuju pembelajaran mendalam. Pada fluida dinamis, penerapan *flashcard augmented reality* meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan skor 94,44% (M. Putri et al., 2024). Pada materi kalor, buku teks yang terintegrasi dengan *augmented reality* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP dengan N-gain 0,71, terutama pada indikator evaluasi (0,91) (Hidayat et al., 2024). Dalam penerapan AR dalam materi siklus air dengan media pembelajaran 3D efektif meningkatkan kreativitas dan hasil belajar, perbedaan yang signifikan hasil belajar peserta didik sebelum yaitu 39,3% dan sesudah menggunakan media pembelajaran 60,7% (Riyanti et al., 2024). Hal ini membuktikan bahwasanya penerapan *augmented reality* dalam pembelajaran fisika dapat membawa peningkatan berpikir kritis dari siswa itu sendiri,

Disamping berbagai dampak positif yang didapatkan ketika menerapkan *augmented reality* dalam pembelajaran fisika, terdapat pula tantangan atau kendala dalam proses penerapannya. Seperti yang disoroti oleh Hartono (2022) yang menyatakan bahwa dalam penerapannya masih ada gangguan teknis seperti error pada perangkat yang digunakan. Selain itu, juga terdapat masalah dalam hal kualitas kamera dan pencahayaan yang kurang. Hal tersebut menghambat dalam implementasinya (Hartono, 2022). Selain itu, dapat diidentifikasi terkait dengan tantangan penerapan *augmented reality* dalam pembelajaran fisika sebagai berikut ini:

1. *Augmented Reality* (AR) hanya sesuai dengan desain intruksional dan konstruksi pedagogis yang digunakan untuk menyambung intruksi.
2. Kualitas layanan teknis memengaruhi efektivitas pembelajaran. AR yang digunakan selama proses belajar mengajar belum menggunakan beragam pendekatan pedagogis.
3. Ketersediaan perangkat lunak dan perangkat keras yang masih belum merata diseluruh wilayah Indonesia. Masih banyak wilayah di Indonesia yang belum menikmati keberadaan teknologi sehingga dalam hal penerapan AR dalam pembelajaran fisika juga masih belum bisa merata (Lai & Cheong, 2022).

Pemanfaatan teknologi *augmented reality* dalam proses pembelajaran membawa dampak positif seperti meningkatnya hasil belajar, motivasi belajar, minat belajar, dan

kemampuan berpikir kritis siswa. Tetapi ada hal yang masih perlu diperhatikan dalam penerapannya yaitu terkait dengan gangguan teknis dan juga kemampuan guru dalam mengoperasikannya. Semua itu tidak bisa langsung diatasi dalam satu waktu. Perlu adanya penyesuaian yang berkelanjutan dan juga pelatihan pemanfaatan teknologi masa depan ini. Semua itu demi peningkatan mutu pembelajaran dan juga memfasilitasi siswa dengan pembelajaran yang menarik dan menyenangkan (Kurniawati et al., 2020).

Berdasarkan uraian dari hasil *Systematic Literature Review* (SLR) diatas, penerapan *Augmented Reality* (AR) cocok digunakan dalam pembelajaran kurikulum merdeka saat ini. Dimana kurikulum merdeka menekankan pada *student centered* atau pembelajaran yang berpusat pada siswa dan juga dengan pendekatan konstruktivistik. Berikut penjelasan lebih lanjutnya:

1. Teori Beban Kognitif

Fisika seringkali mendapatkan stigma sebagai mata pelajaran yang sukar karena konsepnya yang abstrak. Kehadiran AR menjembatani kesenjangan ini dengan merepresentasikan dan memvisualisasikan fenomena fisik (seperti medan magnet, gerak lurus, atau tata surya) dalam visualisasi tiga dimensi yang kontekstual. Dengan hal tersebut, memungkinkan untuk mereka membangun pemahaman konseptual secara mandiri. Interaksi kontekstual dan pengalaman langsung ini memicu peningkatan pada keterampilan berpikir kritis, minat, dan motivasi belajar mereka (Ali et al., 2023). Sehingga dapat mengurangi beban intrinsik maupun ekstrinsik dari siswa seperti yang sudah dijelaskan diatas penerapan AR dapat mengubah konsep abstrak menjadi visualisasi konkret. Hal itu secara efektif mengurangi beban kerumitan intrinsik yang harus diproses oleh siswa (Ashari, 2023).

2. Mendukung Pembelajaran Konstruktivistik

Pengalaman langsung dan interaksi kontekstual memicu siswa membangun pemahaman konseptual secara mandiri (*student-centered* dan konstruktivistik), yang merupakan inti dari Kurikulum Merdeka. Dengan hal tersebut, siswa terbekali dengan pemahaman yang mereka bangun sendiri dan juga dapat mengetahui letak kelemahan dan kelebihan mereka. Selain itu, siswa dapat mengembangkan skema mental yang lebih kuat dan akurat karena didukung oleh pengalaman visual (Kanti et al., 2022).

Simpulan

Temuan penelitian ini memiliki implikasi signifikan baik secara teoretis maupun praktis. Secara teoretis, efektivitas substansial *Augmented Reality* (AR) memperkuat validitas Teori Beban Kognitif (CLT) dan model konstruktivistik. AR terbukti efektif dalam mengurangi beban kognitif intrinsik dengan mentransformasi konsep fisika yang abstrak (seperti medan magnet atau optik) menjadi visualisasi 3D yang konkret dan interaktif, sehingga memfasilitasi pemahaman konseptual yang mandiri (*student-centered*).

Secara praktis, implikasi ditujukan kepada para pemangku kepentingan. Guru Fisika disarankan untuk mengintegrasikan *Augmented Reality* (AR) sebagai media inti pada topik-topik yang sulit divisualisasikan guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Sementara itu, pengembang kurikulum dan teknologi didorong untuk fokus pada penciptaan konten *Augmented Reality* (AR) yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga teruji secara pedagogis dan memiliki solusi *low-data* untuk mengatasi tantangan infrastruktur. Bagi pengambil kebijakan, penting untuk mengalokasikan anggaran khusus guna peningkatan infrastruktur digital di sekolah dan menyediakan pelatihan teknis *Augmented Reality* (AR) berkelanjutan bagi guru untuk mengatasi tantangan kesiapan pengajar.

Berdasarkan kluster dan gap penelitian yang teridentifikasi, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas basis data pencarian artikel ke repositori yang lebih luas, seperti *Scopus* dan *Web of Science* (WoS). Perluasan ini harus diikuti dengan penggunaan metode Meta-Analisis untuk menggabungkan data statistik (ukuran efek) dari studi-studi *Augmented Reality* (AR), guna memberikan estimasi kuantitatif yang lebih kuat dan objektif mengenai efektivitas *Augmented Reality* (AR) secara global. Selain itu, riset lanjutan perlu memfokuskan perhatian pada kompetensi dan peran guru dalam integrasi *Augmented Reality* (AR) (sesuai kluster "Guru" yang masih kecil) dan meninjau dampak *Augmented Reality* (AR) dalam jangka waktu yang lebih panjang (satu semester penuh), alih-alih hanya berfokus pada dampak *pre-post test* tunggal.

Referensi

- Adi, C. N. S., & Putri, D. A. P. (2025). Pengembangan Aplikasi Augmented Reality untuk Visualisasi Interaktif Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 5(3), 775–792. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.701>
- Ali, M. R. M., Putri, N. E., & Kuswanto, H. (2023). Tinjauan Literatur Sistematis: Perkembangan Penggunaan Teknologi Augmented Reality (AR) Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(4), 1045–1055. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i4.1277>
- Ashari, D. (2023). Analisis Pemanfaatan Media Pembelajaran Augmented Reality (Ar) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Khazanah Pendidikan*, 17(1), 176. <https://doi.org/10.30595/jkp.v17i1.16040>
- Astalini, A., Darmaji, D., Pathoni, H., Kurniawan, W., Jufrida, J., Kurniawan, D. A., & Perdan, R. (2019). Motivation and Attitude of Students on Physics Subject in the Middle School in Indonesia. *International Education Studies*, 12(9), 15. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n9p15>
- Bahri, M. A. I., & Nasution, M. I. P. (2025). *Elastisitas: Jurnal Manajemen Akuntansi Keuangan Yayasan Salmiah Education Global International (YSEGI) Sistem Basis Data Kontekstual dengan Kemampuan Reinterpretasi Data Historis*. 1(2), 1–8.

- Fujiyati, I. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran IPAS Materi Tata Surya melalui Aplikasi. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(04), 343–355.
- Hartono, H. (2022). Pengaruh Aplikasi Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Fisika SMA Negeri 1 Karangrayung Tahun Pelajaran 2021/2022. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 145–154. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11716>
- Hidayat, A. L. N., Ahmad, N., Ridlo, Z. R., Putra, P. D. A., & Yusmar, F. (2024). Developing an Augmented Reality-Based Textbook on Heat and Transfer Materials to Improve Students Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 2102–2109. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.6714>
- Ilhamsyah, B. Y., Sudarti, S., & Bektiarso, S. (2022). Pengembangan Modul Fisika Berbasis Augmented Reality (Ar) Materi Rangkaian Arus Searah Untuk Siswa Sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(3), 98. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i3.33689>
- Ismail, A. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Berbantuan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Pada Mata Kuliah Fisika Umum. *Jurnal Petik*, 7(2), 87–92. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v7i2.1017>
- Izdihar, D., Liliawati, W., Danawan, A., & Sasmita, D. (2024). Development of E-Modules Assisted By Augmented Reality on Alternative Energy Material. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(4), 410–417. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i4.961>
- Kanti, L., Rahayu, S. F., Apriana, E., & Susanti, E. (2022). Analysis of Augmented Reality Based Learning Media Development with POE2WE Model on Gas Kinetic Theory Material: Literature Review. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 2(1), 75.
- Krüger, J. M., Palzer, K., & Bodemer, D. (2022). Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities. *Computers and Education Open*, 3(June 2021), 100065. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100065>
- Kurniawati, T., Ratna Ermawaty, I., & Hidayat, M. N. (2020). Media Pembelajaran Pada Materi Fluida Dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Untuk Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Festival*, 1(November 2019), 168–173.
- Kuswinardi, J. W., Rachman, A., Taswin, M. Z., Pitra, D. H., & Oktiawati, U. Y. (2023). Eektivitas Pemanfaatan Aplikasi Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Di Sma: Sebuah Tinjauan Sistematis. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 6(3), 556–563.
- Lai, J. W., & Cheong, K. H. (2022). Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education. *IEEE Access*, 10, 43143–43158. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166478>
- Lame, G. (2019). Systematic literature reviews: An introduction. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 2019-Augus(August)*, 1633–1642. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.169>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for

reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>

Nindyatami, Z., Chaerul Rochman, Sp. H., & Muhammad Minan Chusni, Mp. (2024). Mengenal Lebih Dekat Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Penerbit Tahta Media*.

Novita, R. R. (2023). Physics E-book with Augmented Reality to Improve Students' Interest in Physics. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(1), 145–154. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i1.52764>

Putri, A. A., & Juandi, D. (2022). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Ditinjau dari Self Efficacy: Systematic Literature Review (SLR) di Indonesia. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 7(2), 135–147. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v7i2.6493>

Putri, M., Rizki, I. N., Marlina, L., Sudirman, & Murniati. (2024). Development of Flashcard Media Based on Augmented Reality on Dynamic Fluid Material to Train Critical Thinking Skills of High School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 10269–10277. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.9778>

Ramadhan, I. R., Lesmono, A. D., & Anggraeni, F. K. A. (2023). Penerapan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran pada Pokok Bahasan Gerak Lurus. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 4(1), 63–70. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v4i1.1781>

Riyanti, A. D., Farudin, F. W., & Wijayanti, M. D. (2024). Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (AR) Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa dalam Proses Pembelajaran IPA Siklus Air SDN 02 Sidayu Kelas V. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 7(3), 672–678. <https://doi.org/10.20961/shes.v7i3.91640>

Simaremare, A., Promono, N. A., Putri, D. S., Mallisa, F. P. P., Nabila, S., & Zahra, F. (2022). Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbasis Augmented Reality pada Materi Kinematika untuk Siswa SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1), 203. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i1.4893>

Susanti, Fajaria Meli dan Lestari, N. A. (2023). *Inovasi Pendidikan Fisika ISSN 2830-3881 (media Online)* *Inovasi Pendidikan Fisika ISSN 2830-3881 (media Online)*. 12(2), 111–117.

Tegar Putra Socrates, F. M. (2022). *Info Artikel Abstrak : Edufisika : Jurnal Pendidikan Fisika Volume 5 Nomor 1, Juni 2020*. 7(2012), 16–22.

Zakiyyah, F. N., & Winoto, Y. (2022). Pemetaan bibliometrik terhadap perkembangan penelitian dengan topik arsitektur informasi pada Google scholar menggunakan Vosviewer. *Jurnal Kajian Informasi & Perpustakaan*, 2(1), 43–60. <http://jurnal.unpad.ac.id/informatio/article/view/37766%0Ahttps://jurnal.unpad.ac.id/informatio/article/viewFile/37766/17648>