



Investigating research trends in augmented reality in physics education: a bibliometric and visualized analysis

Tyrra Aulia Rahma Mahfud, Firmanul Catur Wibowo, Hadi Nasbey¹

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 9.0)

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

23 September 2023

Abstract

In recent years, Augmented Reality (AR) has mushroomed, especially in the education sector. However, only a few articles review research trends in the application of AR to learning Physics. For this reason, this article aims to investigate the research trend of Augmented reality (AR) in physics education and describe visualisation based on bibliometric analysis. The Scopus database is processed through Biblioshiny and VOSViewer for publications about AR in physics education. In selecting publications, a bibliometric analysis was performed on several documents based on country, institution, journal, publication, author, and co-occurrence of the author's keywords. The research method used is descriptive quantitative, with bibliometric visualisation used to analyse and visualise the characteristics of the selected publications. A total of 204 publications were selected following research criteria between 2013 and 2018. The results revealed that students, virtual reality, educational computing, e-learning, engineering education, and physics education were the most studied concepts in Augmented Reality research. Journal of Physics: Conference Series is the most relevant source. Indonesia is the most important country in this research because it has 20 articles and 20 single-country publications, while Bakri F. and Wibowo F.C. is the most influential writer. The top institutions in this study were Jakarta State University and International Information Technology University.

Keywords: augmented reality, bibliometric analysis, physics education, visualized analysis, students

PENDAHULUAN

Tren penelitian pendidikan fisika terus berubah dari waktu ke waktu (Cui Huang et al., 2019). Perubahan tersebut mengikuti peristiwa yang terjadi karena permasalahan pendidikan yang berkembang di lapangan (Dwiyantoro, 2020). Pada artikel ini akan membahas mengenai tren pendidikan fisika dengan fokus media augmented reality menggunakan metode bibliometrik.

Kegiatan pembelajaran fisika memerlukan kemampuan dalam memahami konsep dan gagasan yang baik sebab fisika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan (Halim, 2021). Oleh karena itu, banyak orang yang beranggapan bahwa pembelajaran fisika termasuk pembelajaran yang sulit dipahami (Donuata, 2019). Sehingga para peneliti berusaha mencari platform e-learning terbaik yang digunakan untuk menunjang proses pembelajaran (Tabakova, 2020). Penelitian mengenai e-learning dan bibliometrik sudah banyak dilakukan (Hudha et al., 2020). Namun, belum banyak peneliti yang meneliti sejauh mana tren, peluang, dan tantangan e-learning pada pembelajaran fisika (Rasul, 2019).

✉ Tyrra Aulia Rahma Mahfud
tyrra.rahma@gmail.com

Firmanul Catur Wibowo
fcwibowo@unj.ac.id

Hadi Nasbey
hadinasbey@gmail.com

Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, Indonesia

How to Cite: Mahfud, T. A. R., Wibowo, F. C., & Nasbey, H. (2023). Investigating research trends in augmented reality in physics education: a bibliometric and visualized analysis. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 1(1), 515-528. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

AR adalah penggabungan antara benda virtual (maya) dan benda nyata secara alami melalui sebuah proses komputerisasi, sehingga akan terlihat real seperti ada dihadapan pengguna (Hamzah & Simatupang, 2021). AR merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya tiga dimensi (3D) ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi dan menampilkannya dalam waktu nyata (real time) (Kamelia, 2019). Fungsi dari AR adalah untuk memvisualisasikan gambaran yang abstrak dalam rangka memberikan pemahaman yang lebih terperinci dan menggambarkan struktur dari sebuah model objek yang spesifik (Alfares dan Murwonugroho, 2021). Pembelajaran fisika dengan menggunakan tinjauan literatur bibliometrik. Tinjauan literatur bibliometrik yang digunakan berasal dari publikasi ilmiah yang dijadikan sebagai tools guna memperoleh informasi proses generasi dan perkembangan pengetahuan, dan untuk menilai kualitas suatu bidang ilmu serta dampak yang ditimbulkan terhadap dunia pendidikan (Widyaningsih& Dewi, 2021)

Pembelajaran berbasis Augmented Reality tidak sekedar hanya bertujuan untuk mendapatkan pengetahuan dan hiburan, karenanya perlu dirancang lingkungan belajar dari pendekatan konstruktivistik untuk mendapatkan manfaat penuh dari Augmented Reality (Hiswara et al., 2022). Melalui konstruktivis, pemahaman dan pengetahuan peserta didik dapat terdorong untuk memanfaatkan informasi yang diperoleh dari lingkungan sekitar (Wibowo, 2020). Pada teori belajar situasional, peserta didik dapat membangun pengetahuan secara aktif melalui proses sosial dalam lingkungan yang disempurnakan (Suardi, 2019). Dalam hal ini, AR menggunakan lingkungan nyata serta virtual, dan peserta didik didorong untuk berkolaborasi dengan peserta didik lainnya untuk membangun dan menyusun pengetahuan (Lui, 2021).

Setiap tahun, terjadi peningkatan kualitas dan kuantitas publikasi AR di lingkungan pendidikan yang semakin menarik minat para peneliti (Ahmad, Sugiarto. 2022). Pemanfaatan teknologi virtual memberikan kesempatan untuk melampaui batasan pendidikan formal (Dutta et al., 2022). Penggunaan AR telah mengatasi kendala pendidikan formal bagi individu yang dapat mengakses teknologi ini dan memungkinkan mereka untuk mendapatkan pendidikan berkualitas dari berbagai lokasi di seluruh dunia secara informal melalui teknologi yang tersedia bagi semua orang (Santosa et al., 2021).

Kontribusi makalah ini untuk literatur

- Penelitian ini menganalisis ciri-ciri publikasi dalam bidang augmented reality (AR) dan memperoleh pemahaman tentang tren penelitian yang ada di dalamnya. Terutama, konsep AR telah menjadi fokus studi di bidang pendidikan fisika.
- Hasil penelitian mengungkapkan bahwa konsep-konsep seperti peserta didik, virtual reality, komputasi pendidikan, e-learning, pendidikan teknik, dan pendidikan fisika merupakan beberapa konsep yang paling banyak dipelajari dalam penelitian AR.
- Analisis menunjukkan bahwa Indonesia dan Jerman merupakan negara-negara terkemuka dalam penggunaan augmented reality dalam konteks pendidikan.

Penggunaan AR dalam konteks pendidikan memiliki banyak keuntungan, termasuk peningkatan kinerja akademik, motivasi dalam belajar, kegembiraan, minat dalam subjek, keterlibatan dengan materi pembelajaran, serta retensi pengetahuan yang lebih baik (Hanid, Said, Yahaya, & Abdullah, 2022). Bukti dari beberapa penelitian juga mengindikasikan bahwa

penggunaan aplikasi AR dapat mendorong minat anak perempuan dan kelompok yang kurang mampu dalam mengikuti topik sains (Karakus et al., 2019).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan investigasi tentang tren penelitian Augmented Reality (AR) dalam pendidikan fisika dan menggambarkan visualisasi berdasarkan analisis bibliometrik. Penelitian ini menggunakan metode analisis bibliometrik untuk menginvestigasi ciri-ciri publikasi dalam domain augmented reality (AR) dan memperoleh pemahaman tentang tren penelitian di bidang tersebut.

Bibliometrik merupakan penelitian yang menggabungkan sains matematika dan statistik untuk karya tulis dan media komunikasi lainnya (Zhang et al., 2019). Penelitian dalam suatu disiplin ilmu dapat dikelompokkan berdasarkan informasi bibliografi yang meliputi kutipan, kata kunci, topik, lembaga, negara, penulis, sumber, dan judul (Noveandini dan Wulandari, 2019). Dengan menggunakan metode analisis bibliografi yang lebih mutakhir, seorang peneliti dapat membuat peta bibliografi menggunakan data yang sama, menjelajahi dan memvisualisasikan peta tersebut, menganalisis jaringan bibliometrik, melakukan penggabungan bibliografi, dan mengevaluasi kekuatan tautan dalam penggabungan bibliografi tersebut (Rahayu et al., 2021; Royani et al., 2021).

Dengan memanfaatkan teknik yang lebih maju, peta bibliografi dapat dibuat, divisualisasikan, dan dieksplorasi (Martínez-López et al. 2020). Peneliti menggunakan elemen-elemen tertentu untuk membuat peta tersebut, seperti penulis, publikasi, atau istilah. Biasanya, peta hanya terdiri dari satu jenis elemen, namun ada juga hubungan yang terbentuk antara pasangan elemen. Tautan digunakan untuk menunjukkan hubungan atau koneksi antara elemen-elemen tersebut. Dalam penelitian ini, tautan yang digunakan adalah tautan kopling bibliografi dan VOSviewer. Setiap tautan memiliki kekuatan yang diwakili oleh nilai numerik. Nilai numerik yang lebih tinggi menunjukkan kekuatan tautan yang lebih kuat antara dua elemen. Kekuatan tautan mencerminkan jumlah referensi yang menghubungkan dua elemen yang sama. Selain itu, dalam menafsirkan tautan kejadian bersama, kekuatan tautan mencerminkan jumlah publikasi di mana dua istilah terjadi pada waktu yang sama. Tautan dan elemen-elemen tersebut membentuk jaringan bibliografi yang saling terhubung (Rachmawati dan Tupan, 2018).

Kualitas dan kuantitas publikasi memiliki peran penting dalam membandingkan jurnal, negara, penulis, dan institusi (Hakim, 2020). Bibliometrik adalah suatu bentuk analisis kuantitatif yang menggunakan pola-pola publikasi yang beragam (Hernández-Torrano dan Ibrayeva, 2020). Terdapat metode evaluatif dan deskriptif yang digunakan dalam metodologi bibliometrik (Basuki, 2022). Metode evaluatif, seperti peta bibliografi, jaringan bibliografi, dan kopling bibliografi, digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan dampak publikasi dengan cara yang lebih kompleks daripada metode deskriptif (Dharmayana & Herawati, 2021). Sementara itu, metode deskriptif, seperti deskripsi informasi bibliografi (seperti negara, institusi, penulis, dan jurnal), lebih sederhana daripada metode evaluatif (Noor, 2020). Metode deskriptif memungkinkan perbandingan yang lebih sederhana dilakukan.

Dalam penelitian ini, Scopus digunakan sebagai sumber untuk mencari publikasi yang paling relevan dalam literatur augmented reality (AR) dalam konteks pendidikan. Scopus merupakan salah satu lembaga terkemuka di dunia dalam menyimpan dan mengelola informasi ilmiah di berbagai disiplin ilmu. Database Scopus mencakup berbagai indeks penting, seperti Indeks Kutipan Ilmu Sosial (SSCI), Indeks Kutipan Sains (SCI) Diperluas, Indeks Kutipan Seni dan Humaniora (AHCI), dan Indeks Kutipan Sumber Baru (ESCI). Para peneliti

mengumpulkan dan menganalisis informasi yang ditemukan dalam database tersebut, menggunakan metode analisis bibliografi deskriptif dan evaluatif (Pringgar & Sujatmiko, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan metadata database Scopus, sejumlah 204 document dari tahun 2013-2023 dengan kata kunci results TITLE-ABS-KEY (augmented AND reality AND physics AND education) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2012) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2010) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2009) OR EXCLUDE (PUBYEAR, 2008)).

Table 1. Catatan publikasi dan persentase berdasarkan tahun publikasi

Tahun	Artikel	% dari 204
2013	3	1,47
2014	4	1,96
2015	7	3,43
2016	7	3,43
2017	15	7,35
2018	12	5,88
2019	27	13,24
2020	37	18,14
2021	33	16,18
2022	43	21,08
2023	16	7,84

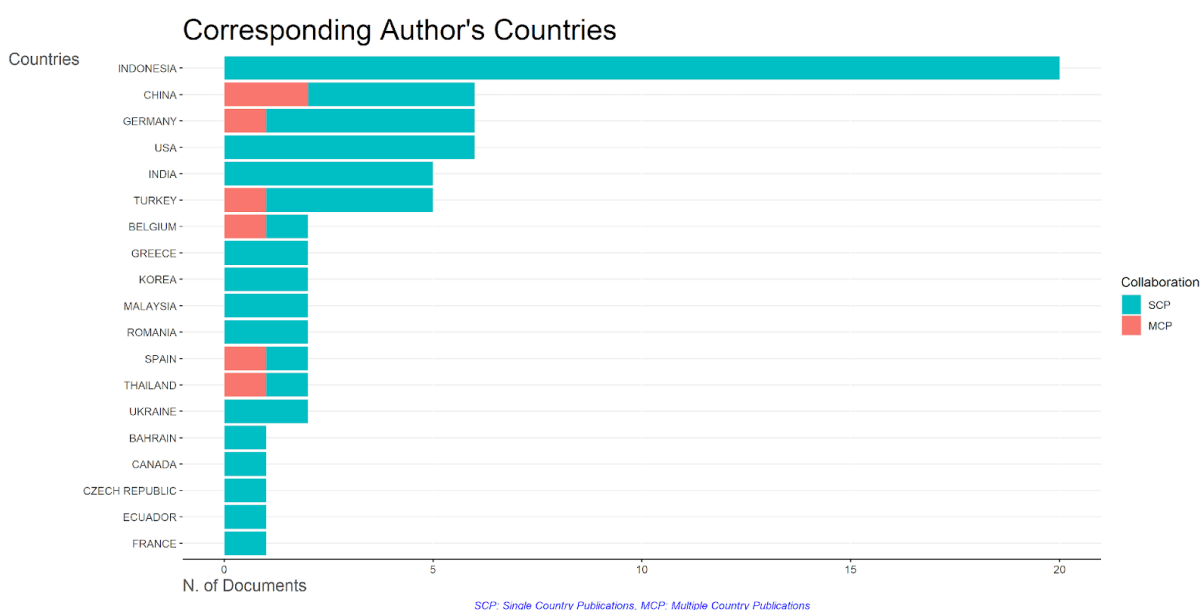
Dalam penelitian ini, digunakan metode visualisasi bibliometrik dan analisis bibliometrik. Analisis bibliometrik merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk mewakili tren penelitian dan karakteristik dari sejumlah publikasi. Metode ini melibatkan pendekatan evaluatif dan deskriptif untuk menggambarkan data secara komprehensif (Abouzid, Główka, & Karaźniewicz, 2021). Penggunaan metode visualisasi bibliometrik bertujuan untuk memberikan gambaran struktural mengenai suatu bidang penelitian yang spesifik (Muhuri et.al, 2019). CitNetExplorer dan VOSviewer adalah dua perangkat lunak komputer yang sangat populer yang telah dirancang dan dikembangkan untuk menyediakan berbagai teknik visualisasi (Van Eck & Waltman, 2020). Dalam penelitian ini, digunakan perangkat lunak VOSviewer untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan informasi mengenai publikasi di bidang tersebut. Melalui VOSviewer, dilakukan penggabungan bibliografi antara negara, lembaga, jurnal, publikasi, dan penulis, serta analisis kejadian bersama penulis kata kunci. Setiap jenis analisis memiliki nilai ambang batas yang menunjukkan jumlah minimum item yang akan dimasukkan dalam analisis tersebut. VOSviewer memungkinkan pengguna untuk dengan sensitif menentukan nilai ambang batas sesuai kebutuhan. Sebagai contoh, dalam penggabungan bibliografi jurnal, para peneliti menetapkan nilai ambang batas minimum sebanyak 10 publikasi per jurnal. Angka ini menjadi acuan nilai ambang batas dalam analisis tersebut.

Sebanyak 204 publikasi telah dikumpulkan dan dianalisis secara keseluruhan. Tabel 1 menggambarkan catatan publikasi beserta persentasenya berdasarkan tahun publikasi. Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa item mengenai AR telah diterbitkan sejak 10 tahun

terakhir, dan jumlah publikasi tersebut bervariasi dari tahun ke tahun. Terdapat fluktuasi dalam jumlah publikasi setelah tahun 2017 hingga 2023, dan pada tahun 2022 menempati posisi teratas dalam daftar ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini, hasil analisis disajikan secara berurutan, dimulai dari temuan yang lebih umum dan berlanjut ke temuan yang lebih spesifik. Kategori-kategori tersebut meliputi penggabungan bibliografi negara, penggabungan bibliografi lembaga, penggabungan bibliografi jurnal, penggabungan bibliografi publikasi, penggabungan bibliografi penulis, dan co-kemunculan kata kunci penulis. Pendekatan ini memungkinkan pembaca untuk mengikuti aliran konten yang dimulai dari informasi yang lebih umum dan kemudian secara bertahap memperoleh informasi yang lebih spesifik yang menjelaskan setiap informasi sebelumnya.



Gambar 1. Kopling bibliografi negara-negara

Kopling Bibliografi Negara

Kopling bibliografi negara-negara disajikan di Gambar 1 dengan visualisasi diagram batang horizontal. Jumlah minimum publikasi suatu negara adalah 1. Dari 47 negara, jumlah publikasi, jumlah kutipan, dan kekuatan tautan total dihitung. Negara-negara dengan kekuatan tautan total terbesar dipilih. Nomor satu adalah Indonesia dengan 145 publikasi, kemudian negara-negara lain adalah; China (6), Germany (6), USA (6), India (5), Turkey (5), Belgium (2), Greece (2), Korea (2), Malaysia (2), Romania (2), Spain (2), Thailand (2), Ukraine (2), Bahrain (1), Canada (1), Czech Republic (1), Ecuador (1), dan France (1). Di dalam Gambar 1, warna berbeda menunjukkan tipe publikasi yakni *Single Country Publications* (SCP) dan *Multiple Country Publications* (MCP), dalam hal ini negara-negara yang memiliki SCP dan MCP yaitu China (4; 2), Germany (5; 1), Turkey (4; 1), Belgium (1; 1), Spain (1; 1), dan Thailand (1; 1).

Kopling Bibliografi Institusi

Kopling bibliografi lembaga disajikan dalam Gambar 2. Hanya organisasi yang memiliki jumlah minimal 6 publikasi yang dimasukkan dalam analisis. Publikasi dengan kekuatan tautan

Table 2. Kata yang Relevan atau Tren pada Penelitian Augmented Reality

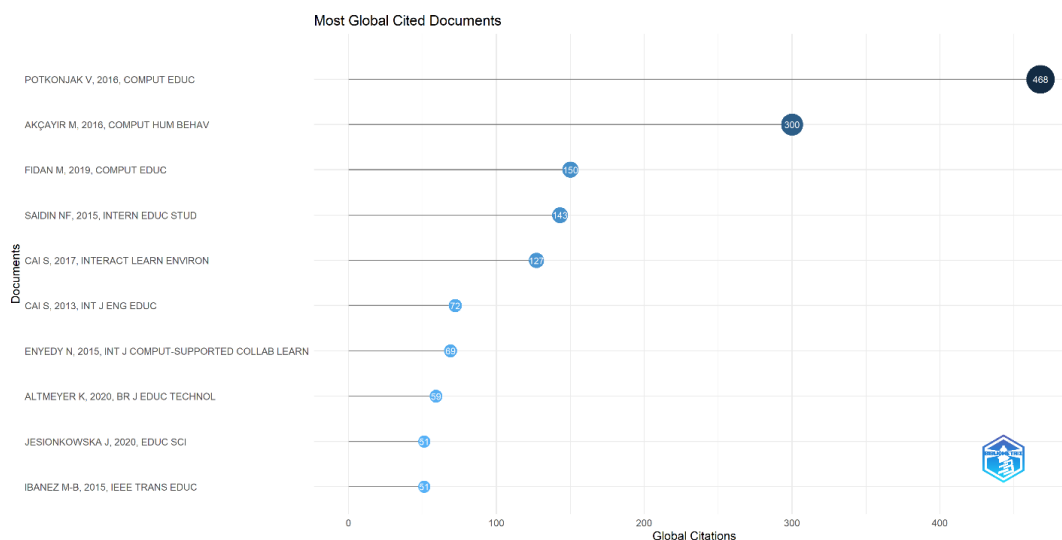
No.	Kata Relevan/Tren	Frekuensi
1.	augmented reality	117
2.	students	61
3.	virtual reality	30
4.	education computing	28
5.	e-learning	27
6.	engineering education	26
7.	physics education	24
8.	education	19
9.	teaching	17
10.	learning systems	16

Kopling Bibliografi Publikasi

Kopling bibliografi publikasi disajikan di Gambar 4 dengan visualisasi garis. Hanya publikasi yang memiliki jumlah kutipan minimal 51 yang dimasukkan dalam analisis ini. Untuk semua publikasi, jumlah kutipan dan total kekuatan tautannya dihitung. Dokumen dengan kekuatan link total terbesar dipilih. Yang terkuat adalah POTKONJAK V, 2016, COMPUT EDUC (2016) dengan 468 kutipan. Kemudian disusul dengan AKÇAYIR M, 2016, COMPUT HUM BEHAV (2015) dengan 300 kutipan; FIDAN M, 2019, COMPUT EDUC (2019) dengan 150 kutipan; SAIDIN NF, 2015, INTERN EDUC STUD (2015) dengan 143; CAI S, 2017, INTERACT LEARN ENVIRON (2017) dengan 127 kutipan; CAI S, 2013, INT J ENG EDUC (2013) dengan 72 kutipan; ENYEDY N, 2015, INT J COMPUT-SUPPORTED COLLAB LEARN (2015) dengan 69 kutipan; ALTMeyer K, 2020, BR J EDUC TECHNOL (2020) dengan 59 kutipan; JESIONKOWSKA J, 2020, EDUC SCI (2020) dengan 51 kutipan; dan IBANEZ M-B, 2015, IEEE TRANS EDUC (2015) dengan 51 kutipan.

Artikel yang paling banyak dikutip dan paling berpengaruh dalam bidang ini adalah POTKONJAK V, 2016, COMPUT EDUC (2016) dengan 468 kutipan. Artikel ulasan ini mengulas keadaan seni di laboratorium virtual dan dunia virtual di bidang sains, teknologi, dan teknik. Di artikel ini dapat mencakup pengenalan konsep-konsep baru sebagai bagian dari pembelajaran sains dan teknologi, dan memperkenalkan pengetahuan teknik yang lebih umum, hingga mendukung kegiatan pendidikan dan pelatihan yang lebih konstruktif (dan kolaboratif) dalam topik teknik yang lebih kompleks seperti robotika. Mereka memberikan gambaran umum tentang kecanggihan laboratorium virtual dan mengidentifikasi teknologi yang relevan, serta menyoroti tren terkini untuk kemajuan teknologi dan aplikasi di masa depan.

Publikasi paling berpengaruh kedua di bidang ini adalah AKÇAYIR M, 2016, COMPUT HUM BEHAV (2016). Artikel ulasan ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penggunaan teknologi augmented reality (AR) di laboratorium sains terhadap keterampilan laboratorium mahasiswa dan sikap terhadap laboratorium. Hasil percobaan yang diperoleh mengungkapkan bahwa teknologi AR secara signifikan meningkatkan pengembangan keterampilan laboratorium mahasiswa. Teknologi AR meningkatkan keterampilan laboratorium siswa dan membantu mereka membangun sikap positif terhadap laboratorium fisika. Pernyataan siswa dan instruktur mengenai dampak lain dari teknologi AR pada laboratorium sains, baik negatif maupun positif, juga dibahas.

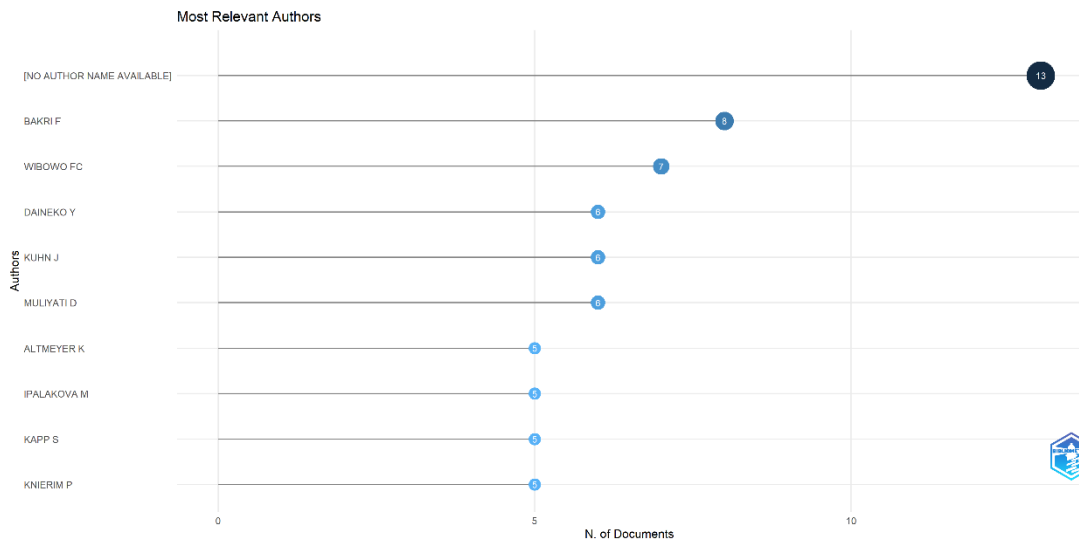


Gambar 4. Kopling bibliografi publikasi

Publikasi paling berpengaruh ketiga di bidang ini adalah FIDAN M, 2019, COMPUT EDUC (2019) dengan 150 kutipan. Artikel penelitian membahas mengenai pengaruh Problem Based Learning (PBL) berbantuan Augmented Reality (AR) terhadap prestasi belajar dan sikap terhadap mata pelajaran fisika sebagai bagian dari pendidikan sains. Berdasarkan teknologi AR berbasis penanda, perangkat lunak FenAR dikembangkan untuk mendukung aktivitas PBL di kelas. Sampel penelitian ini mencakup 91 siswa kelas tujuh dari sebuah provinsi di utara Turki. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pengintegrasian AR ke dalam kegiatan PBL meningkatkan prestasi belajar siswa dan meningkatkan sikap positif mereka terhadap mata pelajaran fisika. Telah dikemukakan bahwa teknologi AR dapat menjadi alat yang potensial dan efektif untuk mengaktifkan emosi positif siswa dalam proses PBL.

Kopling Bibliografi Penulis

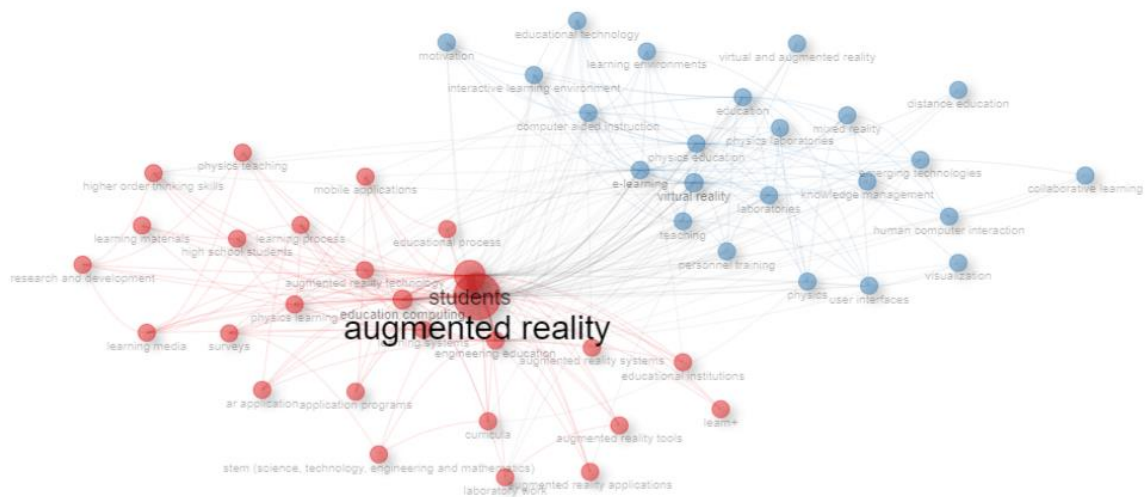
Kopling bibliografi penulis disajikan di Gambar 5 dengan visualisasi garis. Jumlah publikasi minimum seorang penulis adalah 5 untuk dimasukkan dalam analisis ini. Dari 590 penulis, 10 memenuhi ambang batas. Untuk semua penulis, jumlah publikasi, jumlah kutipan, dan total kekuatan tautannya dihitung. Para penulis dengan total kekuatan tautan terbesar dipilih. Penulis terkuat adalah Bakri F dengan 8 publikasi, kemudian disusul dengan Wibowo FC dengan 7 publikasi. Penulis lainnya disajikan secara berurutan ialah; Daineko Y dengan 6 publikasi, Kuhn J dengan 6 publikasi, Mulyati D dengan 6 publikasi, Altmeyer K dengan 5 publikasi, Iplakova M dengan 5 publikasi, Kapp S dengan 5 publikasi, dan yang terakhir Kneirim P dengan 5 publikasi.



Gambar 5. Penggabungan bibliografi penulis

Kemunculan Bersama Kata Kunci Penulis

Kemunculan bersama dari kata kunci penulis disajikan di Gambar 6 dengan visualisasi jaringan. Sebagai kriteria inklusi, jumlah kemunculan kata kunci minimum adalah 8. Dari 973 kata kunci, 50 kata kunci memenuhi ambang batas. Kata kunci dengan total kekuatan tautan terbesar yakni Augmented Reality dengan 117 kemunculan. Peserta didik adalah yang kedua dengan 61 kemunculan, dan realitas virtual adalah yang ketiga dengan 30 kemunculan.



Gambar 6. Kemunculan bersama kata kunci penulis

Table 3. Kemunculan bersama kata kunci penulis

Kata	Kejadian
augmented reality	117
students	61
virtual reality	30
education computing	28
e-learning	27
engineering education	26
physics education	24

Kata	Kejadian
education	19
teaching	17
learning systems	16
mixed reality	16
computer aided instruction	14
laboratories	14
augmented reality technology	12
physics learning	11
user interfaces	11
personnel training	9
curricula	8
learning media	8
physics	8
physics laboratories	8
educational technology	7
emerging technologies	7
learning environments	7
learning process	7
visualization	7
high school students	6
human computer interaction	6
interactive learning environment	6
motivation	6
research and development	6
surveys	6
application programs	5
augmented reality applications	5
educational institutions	5
educational process	5
higher order thinking skills	5
knowledge management	5
mobile applications	5
physics teaching	5
stem (science technology engineering and mathematics)	5
virtual and augmented reality	5
ar application	4
augmented reality systems	4
augmented reality tools	4
collaborative learning	4
distance education	4
laboratory work	4
learn+	4
learning materials	4
mobile computing	4

Warna menunjukkan kelompok yang berbeda di mana istilah lebih sering dikaitkan satu sama lain. Klaster terbesar terdiri dari AR, peserta didik, komputasi pendidikan, pendidikan teknik, dan pendidikan sistem. Kelompok kedua terdiri dari realitas virtual, e-learning, pendidikan fisika, pendidikan, dan pengajaran. Kluster ini menunjukkan konsep yang paling sering dipelajari di tingkat pendidikan dasar. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar studi literatur augmented reality di tingkat pendidikan tinggi telah dilakukan dalam disiplin teknologi pendidikan.

SIMPULAN

Dalam makalah ini, publikasi tentang augmented reality dalam pendidikan fisika di database Scopus diambil, dianalisis, dan divisualisasikan melalui metode analisis bibliometrik deskriptif dan evaluatif. Perangkat lunak VOSviewer digunakan untuk melakukan analisis evaluatif dan memvisualisasikan semua informasi ini. Dalam konteks ini, penggabungan bibliografi dari negara-negara, institusi, jurnal, publikasi, penulis, dan kejadian bersama dari kata kunci penulis dianalisis dan divisualisasikan.

Menurut kopling bibliografi, artikel terpenting dalam literatur augmented reality dalam pendidikan adalah peserta didik. Jurnal “Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review” merupakan jurnal yang menempati urutan pertama dalam penggabungan bibliografi publikasi. Jurnal penting lainnya di bidang ini adalah “Integrating augmented reality into problem based learning; “The effects on learning achievement and attitude in physics education” menempati urutan ketiga menurut jumlah publikasi, namun jurnal ini adalah jurnal yang paling relevan dengan penelitian yang difokuskan untuk pendidikan fisika.

Hasil penggabungan bibliografi negara menunjukkan bahwa negara asal yang paling berpengaruh di wilayah ini adalah Indonesia kemudian yang kedua adalah China dan Germany. Negara-negara penting lainnya adalah: China, Germany, USA, India, Turkey, Belgium, Greece, Korea, Malaysia, Romania, Spain, Thailand, Ukraine, Bahrain, Canada, Czech Republic, Ecuador, dan France.

Menurut kopling bibliografi penulis, penulis yang paling berpengaruh dalam bidang penelitian ini adalah Bakri F. Penulis penting lainnya adalah Wibowo FC, Daineko Y, Kuhn J, Mulyati D, Altmeyer K, Iplakova M, Kapp S, dan yang terakhir Kneirim P. Sebagian besar penulis terkuat berasal dari Indonesia, yang menunjukkan dominasi negara ini di lapangan. Selain itu, sebagian besar penulis tersebut berasal dari Universitas Negeri Jakarta. International Information Technology University, Eniversitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Chitkara University Institute of Engineering and Technology, Beijing Normal University, Saarland University, Universitas Ageng Tirtayasa, Universitas of Lampung, German Research Center for Artifical Intelligence (DFKI), dan International University of Information Technologies.

Hasil yang terkait dengan kopling bibliografi dari institusi menunjukkan bahwa institusi yang paling berpengaruh di bidang ini adalah Universitas Negeri Jakarta (Indonesia). Penulis paling berpengaruh di bidang ini juga berafiliasi dengan universitas ini. Universitas Negeri Jakarta (Indonesia) telah menjadi institusi terkuat di bidang ini. Universitas penting lainnya adalah: International Information Technology University (Kazakhstan), Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung (Indonesia), Chitkara University Institute of Engineering and Technology (India), Beijing Normal University (China), Saarland University (Germany), Universitas Ageng Tirtayasa (Indonesia), Universitas of Lampung (Indonesia), German Research Center for Artifical Intelligence (Germany), dan International University of Information Technologies (India). Di antara institusi yang paling berpengaruh dalam bidang penelitian ini, Indonesia memiliki sebagian besar universitas top dan publikasi terbaru berasal dari beberapa Universitas yang ada di Indonesia (Universitas Negeri Jakarta, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Universitas Ageng Tirtayasa, dan Universitas of Lampung).

Hasil co-kejadian kata kunci penulis menunjukkan bahwa para peneliti sebagian besar mempelajari konsep-konsep ini terkait dengan konsep utama augmented reality dalam pengaturan pendidikan: peserta didik, siswa, realitas virtual, komputasi pendidikan, e-learning, pendidikan teknik, pendidikan fisika, pendidikan, pengajaran, sistem pembelajaran, realitas campuran, instruksi berbantuan komputer, laboratorium, augmented, teknologi realitas, pembelajaran fisika, antarmuka pengguna, pelatihan personel, kurikulum, media pembelajaran, fisika, laboratorium fisika, pendidikan, teknologi, teknologi baru, lingkungan belajar, proses pembelajaran, visualisasi, siswa sekolah menengah, interaksi manusia komputer, lingkungan belajar interaktif, motivasi, penelitian dan pengembangan, dan lainnya. Augmented reality paling sering dipelajari dengan peserta didik, komputasi pendidikan, pendidikan teknik, dan pendidikan sistem (klaster pertama). Realitas virtual, e-learning, pendidikan fisika, pendidikan, dan pengajaran merupakan konsep yang paling banyak dipelajari di tingkat pendidikan dasar (klaster kedua).

Mengenai penggabungan bibliografi dari publikasi, publikasi yang paling berpengaruh dalam bidang penelitian ini adalah POTKONJAK V, 2016, COMPUT EDUC (2016) dengan 468 kutipan. Temuan tentang kemunculan bersama kata kunci penulis, kopling bibliografi publikasi, dan kopling bibliografi jurnal, menunjukkan bahwa gambaran umum tentang kecanggihan laboratorium virtual dan mengidentifikasi teknologi yang relevan, serta menyoroti tren terkini untuk kemajuan teknologi dan aplikasi di masa depan.

Temuan ini juga dikuatkan oleh temuan yang dilakukan AKÇAYIR M, 2016, COMPUT HUM BEHAV (2016) yang menjelaskan pengaruh penggunaan teknologi augmented reality (AR) di laboratorium sains. Hasil percobaan yang diperoleh mengungkapkan bahwa teknologi AR secara signifikan meningkatkan pengembangan keterampilan peserta didik dan membantu mereka membangun sikap positif terhadap laboratorium fisika.

Hasil analisis deskriptif dan evaluatif menunjukkan bahwa negara dalam augmented reality dalam pendidikan fisika adalah Indonesia, terkait bibliografi penggabungan negara, penulis, dan institusi. Indonesia memiliki jumlah publikasi, kutipan, dan total kekuatan tautan terbesar. Penulis dan institusi paling terkemuka juga berasal dari Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa penulis dan tim penelitian yang paling menonjol berasal dari negara tersebut. Indonesia memiliki prevalensi baik dari segi kualitas maupun kuantitas dalam literatur bidang penting ini selama satu dekade terakhir.

Augmented reality adalah teknologi yang relatif baru digunakan dalam pendidikan dan berbagai disiplin ilmu lainnya. Publikasi dan penemuan di bidang penelitian yang menjanjikan ini semakin meningkat dan semakin canggih tahun ke tahun. Sulit untuk mengukur semua manfaat penggunaan teknologi semacam itu dalam pendidikan fisika, karena beberapa hasilnya tidak dapat diukur secara kuantitatif tetapi dapat dilihat dalam jangka panjang di semua bidang kehidupan manusia. Studi ini telah menjelaskan perkembangan dan tren literatur augmented reality dalam pendidikan fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouzid, Główka, & Karaźniewicz. (2021). *Trend research of vitamin D receptor: Bibliometric analysis*. Health Informatics Journal Volume 27, Issue 4, October-December 2021. <https://doi.org/10.1177/14604582211043158>.

- Ahmad, Sugiarto. (2022). *Penggunaan Media Augmented Reality Assemblr Edu untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peredaran Darah*. Jurnal Guru Inovatif 4 (2), h. 7.
- Alfares, Y. J., & Murwonugroho, W. (2021). *Penerapan teknologi augmented reality untuk media pembelajaran interaktif pada anak*. Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah, 6(2), 202-212. Doi: 10.25105/pdk.v6i2.9526
- Basuki, S. (2022). *Pemetaan Ilmu Pengetahuan. Kumpulan Makalah Kursus Bibliometrika. Masyarakat Informatika Indonesia*. (Depok: Pusat Studi Jepang, Universitas Indonesia).
- Dharmayana, I. W., & Herawati, A. A. (2021). *Descriptive Evaluative Study on the Implementation of Online Learning During the COVID-19 Pandemic in the Courses of Guidance and Counseling Profession*. Paper presented at the International Conference on Educational Sciences and Teacher Profession (ICETeP 2020).
- Donuata, P. B. (2019). *Pengaruh quantum teaching metode PQ4R berdasarkan keragaman kecerdasan terhadap hasil belajar fisika*. Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika, 6(1), 23. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i1.11094>
- Dutta, R., Mantri, A., & Singh, G. (2022). *Evaluating system usability of mobile augmented reality application for teaching Karnaugh-Maps*. Smart Learning Environments, 9(1), 1–27.
- Dwiyantoro. (2020). *Tren Topik Penelitian Jurnal Terakreditasi Peringkat Sinta 2 Bidang Ilmu Perpustakaan dan Informasi di Indonesia Periode 2013-2019 (Analisis Subjek Menggunakan Pendekatan Bibliometrik Co-Word)*. Media Pustakawan.
- Hakim, L. (2020). *Analisis Bibliometrik Penelitian Inkubator Bisnis Pada Publikasi Ilmiah Terindeks Scopus*. Procuratio: Jurnal Ilmiah Manajemen 8, no. 2 (2020): 176–89, <http://www.ejournal.pelitaIndonesia.ac.id/ojs32/index.php/PROCURATIO/article/view/677>.
- Halim, Abdul, Elmi Mahzum, Muhammad Yacob, Irwandi Irwandi, and Lilia Halim. (2021). *The Impact of Narrative Feedback, eLearning Modules and Realistic Video and the Reduction of Misconception*. Education Sciences 11, no. 4 (2021). <https://doi.org/10.3390/educsci11040158>.
- Hamzah, & Simatupang. (2021). *Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device*. Paper-Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device, Vol. 15, No. 12, 2021.
- Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., & Yahaya, N. (2020). *Learning strategies using augmented reality technology in education: Meta-analysis*. Universal Journal of Educational Research, 8(5 A), 51–56.
- Hiswara, I., Dharmalau, A., & Geovani, D.C. (2022). *PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI PRODUKMENGGUNAKAN SOFTWARE UNITY 3D DAN VUFORIA BERBASIS ANDROID*. JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA Vol.15 No.1 September 2022.
- Huang, Cui, Chao Yang, Shutao Wang, Wei Wu, Jun Su, and Chuying 69 Liang. (2019). *Evolution of Topics in Education Research: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis*. Educational Review 72, no. 3 (2019): 281–97. <https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566212>.
- Hudha, Muhammad Nur, Ida Hamidah, Anna Permanasari, Ade Gafar Abdullah, Indriyani Rachman, and Toru Matsumoto. (2020). *Low Carbon Education: A Review and Bibliometric Analysis*. European Journal of Educational Research 9, no. 1 (2020): 319–29. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.1.319>
- Kamelia, L. (2019). *Perkembangan Teknologi Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Kuliah Kimia Dasar*. November 2018, IX (1), 1. Retrieved from <https://www.gob.mx/semar/que-hacemos>
- Karakus, M., Ersozlu, A., & Clark, A. C. (2019). *Augmented Reality Research in Education: A Bibliometric Study*. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 15(10), 1–12.
- Lui, TW. (2021). *Augmented reality and virtual reality: Changing realities in a dynamic world*. Inf Technol Tourism 23, 637–639 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40558-021-00212-7>.

- Martínez-López, Francisco J, José M Merigó, Juan Carlos Gázquez-Abad, and José Luis Ruiz-Real. (2020). "Industrial Marketing Management: Bibliometric Overview since Its Foundation." *Industrial Marketing Management* 84: 19–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.07.014>.
- Muhuri, P.K., Abraham, A., & Shukla, A.K. (2019). *Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview*. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 78:218-235. DOI:10.1016/j.engappai.2018.11.007
- Nees, J., Eck, V., & Waltman, L. (2020). *Topic Evolution and Emerging Topic Analysis Based on Open Source Software*. *Journal of Data and Information Science*.
- Noor, Juliansyah. (2020). *Metodologi Penelitian*. Prenadamedia Group: Jakarta
- Noveandini, R., Wulandari, M.S. (2019). *Analisis Clustering K-Means Pada Pengelompokan Hasil Tracer Study Sebagai Media Informasi Dalam Pengembangan*. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi STI&K (SeNTIK) Volume 3 Nomor 1, 22 Agustus 2019, ISSN: 2581-2327*.
- Pringgar, R. F., & Sujatmiko, B. (2020). *Penelitian Kepustakaan (Library Research) Modul Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Pada Pembelajaran Siswa*. 05, 13.
- Rachmawati, & Tupan. (2018). *Analisis Bibliometrik Ilmu dan Teknologi Pangan: Publikasi Ilmiah di Negara-Negara ASEAN*. *Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, Vol.6, no.1, (2018): 26- 40, <https://doi.org/10.24255/kah.v6a1a4>.
- Rahayu, R. N., & Sungkawa, I. (2021). *Analisis bibliometri usaha mikro kecil menengah pada Jurnal Ekonomi dan Pembangunan 2016-2020*. *Intelektiva: Jurnal Ekonomi, Sosial & Humaniora*, 2(11), 62–72. <https://www.jurnalintelektiva.com/index.php/jurnal/article/view/489/356>.
- Rasul, Tareq. (2019). *The Trends, Opportunities and Challenges of Halal Tourism: A Systematic Literature Review*. *Tourism Recreation Research* 44, no. 4 (2019): 434–50. <https://doi.org/10.1080/02508281.2019.1599532>.
- Royani, Y., & Rahayu, R. N. (2021). *Konservasi Hutan pada Jurnal Biologi Indonesia Periode 2010-2020: Sebuah Studi Bibliometrik*. *VISI PUSTAKA: Buletin Jaringan Informasi Antar Perpustakaan*, 23(2), 138–150. <https://doi.org/10.37014/medpus.v27i2.905>.
- Santosa, E. B., Hadi, B., Subiyantoro, S., Irmade, O., & Sukmawati, F. (2021). *Augmented Reality for Student Learning Media: A Bibliometric Analysis and Visualization*. *Indonesian Journal of Instructional Media and Model*, 3(2), 47–55.
- Suhardi, E. (2019). *Kepemimpinan Situasional Kepala Sekolah Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Mengajar Guru Sekolah Menengah Kejuruan*. *Edum Journal*, 2, 54–64.
- Tabakova, Vassilka. (2020). *E-Learning – from First Experiences in Medical Physics and Engineering to Its Role in Times of Crisis*. *Health and Technology* 10, no. 6 (2020): 1385–90. <https://doi.org/10.1007/s12553-020-00474-x>.
- Torrano, D.H., & Ibrayeva, L. (2020). *Creativity and Education: A Bibliometric Mapping of the Research Literature (1975–2019)*. *Thinking Skills and Creativity* 35, no. September 2019 (2020): 100625, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100625>.
- Wibowo, H. (2020). *Pengantar Teori-teori belajar dan Model-model pembelajaran*. Puri cipta media.
- Widyaningsih, T.W., & Dewi, M.A. (2021). *Bibliometric Analysis to Mapping Covid-19 Research Trends in Computer Science*. *Agustus 20*, no. 3 (2021): 440–54. www.vosviewer.com.
- Zhang, Q., Yue, Y., Shi, B., & Yuan, Z. (2019). *A Bibliometric Analysis of Cleft Lip and Palate-Related Publication Trends From 2000 to 2017*. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 56(5), 658–669.