

siswa (Sirakaya & Cakmak, 2018; Wahyu et al., 2020). Media *Augmented Reality* hadir dalam materi fisik, baik dua dimensi maupun tiga dimensi, menuntut visualisasi dari pengguna, dan mampu meningkatkan pemahaman siswa dengan konten yang dapat ditampilkan secara *real-time*, memberikan dorongan motivasi dalam belajar (Ramadhan & Hardianto, 2020).

Teknologi augmented reality harus menggabungkan unsur objek nyata dan virtual, menjadi interaktif dalam waktu nyata, dan merekam objek virtual dalam lingkungan 3D nyata untuk memenuhi potensi penerapannya (Pidel & Ackermann, 2020). Keunggulan utama *Augmented Reality* dalam Industri 4.0 adalah meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam lingkungan kerja (Choi et al., 2021). Meskipun memiliki potensi yang besar, perlu diingat bahwa penerapan teknologi AR masih memiliki keterbatasan dan tantangan karena sifatnya yang relatif baru (Villagran, 2023). Selain meningkatkan efisiensi, AR juga memiliki peran dalam meningkatkan keamanan di lingkungan industri dengan cara memberikan visualisasi bahaya dan instruksi waktu nyata (Tatic, 2018; Wu, et al., 2022; Tatic et al., 2017).

Penggunaan kursus *Innovative Game Design* telah terbukti meningkatkan keterampilan pemecahan masalah kompleks peserta didik, terutama dalam hal eksplorasi, pengetahuan, dan aplikasi sistem. Terdapat perubahan signifikan secara statistik dalam minat pembelajar untuk memecahkan masalah kompleks setelah mengikuti program kursus *desain game* (Akcaoglu, Gutierrez, et al., 2017). Sebuah studi oleh Wu, Hwang, Yang, dan Chen (2018) menunjukkan bahwa teknologi Augmented Reality (AR) mampu meningkatkan waktu kinerja dan upaya mental pada tugas desain kolaboratif. Dengan memungkinkan representasi tiga dimensi dari peristiwa yang sulit divisualisasikan, teknologi AR memfasilitasi pemahaman tentang mata pelajaran yang sulit dipelajari bagi siswa (Wu et al., 2013).

Awalnya, AR digunakan sebagai alat yang berfokus pada sains, tetapi seiring diterimanya oleh siswa dan guru, AR berkembang menjadi alat pedagogis modern yang diterapkan dalam kelas untuk meningkatkan proses pembelajaran (Huang et al., 2016). Manfaat utama dari evolusi ini adalah teknologi AR dapat meningkatkan motivasi dalam lingkungan belajar (Cai et al., 2016). Motivasi belajar yang melibatkan siswa diketahui memiliki dampak positif terhadap prestasi belajar (Schmidt, 2007). Selain itu, AR juga dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, observasi, eksplorasi, dan merangsang keterlibatan siswa (Zafeiropoulou et al., 2021). Teknologi AR memiliki potensi untuk menjadi alat bantu penting dalam ruang kelas modern, memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan terwujud dengan melapisi dunia nyata dengan data virtual (Johnson et al., 2011).

Penggunaan AR juga populer dalam pendidikan pemrograman, dengan banyak alat berbasis AR yang dirancang untuk mengajarkan pemrograman prosedural atau berorientasi objek (Theodoropoulus et al., 2021). Secara singkat, teknologi AR telah menjadi topik populer dalam pendidikan dan penelitian dalam dekade terakhir (Akcyair et al., 2017). Namun, mempertimbangkan berbagai disiplin ilmu pendidikan modern, teknologi AR harus diterapkan dalam lingkungan belajar sains, karena ketidakhadirannya dapat berdampak negatif pada produktivitas dan prestasi belajar (Fidan, 2019). Meskipun demikian, nilai pendidikan AR dalam bidang ilmu fisika tidak hanya bergantung pada penggunaan teknologi AR itu sendiri, melainkan juga terkait dengan desain, implementasi, dan integrasinya dalam pengaturan pembelajaran formal dan informal (Granic et al., 2011).

Keterampilan berpikir kritis termasuk keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus dimiliki siswa dalam memecahkan suatu masalah (Abdurrahman et al., 2021; Suhirman et al.,

2021). Penggunaan model pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu dari sekian banyak langkah pembelajaran yang sejalan dengan pendekatan saintifik (Asuri et al., 2021). Model pembelajaran ini sudah banyak direkomendasikan untuk digunakan dalam pembelajaran seperti yang disebutkan dalam penelitian (Sulistiyani, 2018), dimana model *Problem Based Learning* cukup baik untuk diterapkan dalam suatu pembelajaran, khususnya diterapkan pada pembelajaran fisika, karena akan memudahkan siswa dalam meningkatkan kemampuan keterampilan berpikir untuk lebih memahami konsep fisika. Dalam (Royantoro et al., 2018) disebutkan bahwa penggunaan model *Problem Based Learning* yang dilakukan di dalam kelas memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan *High Order Thinking Skills* siswa. Penelitian lain menunjukkan bahwa kesulitan belajar yang teridentifikasi meliputi kesulitan siswa dalam bereksperimen dengan alat optik, kesulitan dalam mempelajari alat optik di dalam kelas dan di luar kelas, kesulitan dalam memahami penerapan alat optik dalam kehidupan sehari-hari, dan kesulitan siswa dalam memecahkan masalah secara matematis (Ainiyah et al., 2020).

Integrasi teknologi digital dalam proses pendidikan merupakan bagian integral untuk mencapai pendidikan yang berkualitas tinggi, berkeadilan, dan inklusif, serta memenuhi kebutuhan pendidikan siswa yang merupakan persyaratan utama untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan 4 (SDG-4) berbasis pada agenda pembangunan berkelanjutan 2030 yang ditetapkan oleh PBB (Haleem, et al., 2022). Selain itu, penggunaan teknologi baru dan lingkungan belajar virtual dapat mengarah pada penciptaan alat pendidikan yang efektif yang dapat membantu memenuhi kebutuhan dan persyaratan pendidikan baru, memberi siswa kesempatan untuk pengalaman belajar yang bermakna dan interaktif, dan mendefinisikan kembali peran guru dan siswa (Brygstad et al., 2022). Oleh karena itu, ketika digunakan dengan cara yang berpusat pada siswa dan permainan, teknologi digital dapat membantu pengajaran dan pembelajaran ilmu komputer di K-12 dan pengaturan pendidikan tinggi (Hosseini et al., 2019). Selain itu, melalui kombinasi ini dan penggunaan kecerdasan buatan, pembelajaran inklusif dapat didukung dan dipromosikan karena memungkinkan pengalaman belajar di mana-mana dan dipersonalisasi yang mempertimbangkan sifat unik dan preferensi belajar setiap pembelajar (Lampropoulos, 2023).

Tabel 1. Daftar Kajian

No	Authors & Year	Title
1.	Chang, Chu-Yang; Kuo, Hsu-Chan; Du, Zhengyi (2023)	The Role Of Digital Literacy In Augmented, Virtual, And Mixed Reality In Popular Science Education: A Review Study And An Educational Framework Development
2.	Rejekiningsih, Triana; Maulana, Iwan; Budiarto, Mochamad Kamil; Qodr, Taufiq Subhanul (2023)	Android-Based Augmented Reality In Science Learning For Junior High Schools: Preliminary Study
3.	Tosto, Crispino; Matin, Farzin; Seta, Luciano; Chiazzeze, Giuseppe; Chifari, Antonella; Arrigo, Marco; Taibi, Davide; Farella, Mariella; Mangina, Eleni (2022)	The Potential Of Ar Solutions For Behavioral Learning: A Scoping Review
4.	Jafari, Esmaeil; Talebi-Abatari, Zahra; Zadeh, Morteza Rezaie; Firoozabad, Vahid Sadeghi (2023)	The Effect Of Augmented Reality On The Level Of Attention Of First Elementary Students In The Course Of Experimental Sciences
5.	Chang, Hsin-Yi; Binali, Theerapong; Liang, Jyh-Chong; Chiou, Guo-Li; Cheng,	Ten Years Of Augmented Reality In Education: A Meta-Analysis Of (Quasi-) Experimental Studies To Investigate The Impact

No	Authors & Year	Title
	Kun-Hung; Lee, Silvia Wen-Yu; Tsai, Chin-Chung (2022)	
6.	Gopalan, Valarmathie; Bakar, Juliana Aida Abu; Zulkifli, Abdul Nasir (2023)	Systematic Literature Review On Critical Success Factors In Implementing Augmented Reality For Science Learning Environment (2006–2021)
7.	Zumbach, Joerg; Von Kotzebue, Lena; Pirklbauer, Constanze (2022)	Does Augmented Reality Also Augment Knowledge Acquisition? Augmented Reality Compared To Reading In Learning About The Human Digestive System?
8.	Lorenzo Lledó, Gonzalo; Lorenzo Lledó, Alejandro; Lledó, Asunción; Pérez-Vázquez, Elena (2023)	The Use Of Augmented Reality In People With Asd: A Review
9.	Fearn, Warren; Hook, Jonathan (2023)	A Service Design Thinking Approach: What Are The Barriers And Opportunities Of Using Augmented Reality For Primary Science Education?
10.	Lampropoulos, Georgios; Keramopoulos, Euclid; Diamantaras, Konstantinos; Evangelidis, Georgios (2023)	Integrating Augmented Reality, Gamification, And Serious Games In Computer Science Education
11.	Zahrán, Mohamed Bayoumy; Youssef, Ghada Atta; Ahmed, Eman Wefky; Ouf, Ghada Mahmoud; Elazony, Mona Ahmed; Mohamed, Mohamed Badawy (2022)	Designing A Program Using Augmented Reality Technologies And Some Interactive Educational Aids To Simplify Science Of Remote Sensing For Elementary School Students
12.	Suhaimi, H.; Aziz, N.N.; Mior Ibrahim, E.N.; Wan Mohd Isa, W.A.R. (2022)	Technology Acceptance In Learning History Subject Using Augmented Reality Towards Smart Mobile Learning Environment: Case In Malaysia
13.	Zagury-Orly, Ivry; Solinski, Mark A.; Nguyen, Lily Hp.; Young, Meredith; Drozdowski, Veronica; Bain, Paul A.; Gantwerker, Eric A. (2023)	What Is The Current State Of Extended Reality Use In Otolaryngology Training? A Scoping Review
14.	See, Zi Siang; Ledger, Susan; Goodman, Lizbeth; Matthews, Benjamin; Jones, Donovan; Fealy, Shanna; Ooi, Wooi Har; Amin, Manisha (2023)	Playable Experiences Through Technologies: Opportunities And Challenges For Teaching Simulation Learning And Extended Reality Solution Creation
15.	Suhaimi, H.; Aziz, N.N.; Mior Ibrahim, E.N.; Wan Mohd Isa, W.A.R. (2023)	Technology Acceptance In Learning History Subject Using Augmented Reality Towards Smart Mobile Learning Environment: Case In Malaysia
16.	Alkhabra, Yaser A.; Ibrahim, Usama M.; Alkhabra, Saleh A. (2023)	Augmented Reality Technology In Enhancing Learning Retention And Critical Thinking According To Steam Program
17.	Shadiev, Rustam; Li, Dandan (2023)	A Review Study On Eye-Tracking Technology Usage In Immersive Virtual Reality Learning Environments
18.	Delgado-Rodríguez, Santiago; Domínguez, Silvia Carrascal; Garcia-Fandino, Rebeca (2023)	Design, Development And Validation Of An Educational Methodology Using Immersive Augmented Reality For Steam Education
19.	Ahmad, Fadi Abdul Raheem Odeh Bani (2021)	The Effect Of Augmented Reality In Improving Visual Thinking In Mathematics Of 10th-Grade Students In Jordan
20.	Aoki, Yuki; Ujihara, Shingo; Saito, Takanori; Yuminaka, Yasushi (2021)	Development Of Online Observable Dynamics Experiments Using Augmented Reality
21.	Acosta, Alex D. Morales; Hernandez, Sergio A. Sanchez; Henao, Julio C. Gonzalez (2020)	Augmented Reality As Didactic Strategy For Facilitate The Learning Of The Solar System
22.	Liyuan, Liu (2020)	The Application Of Virtual Reality And Augmented Reality Technology In The Field Of Education
23.	Arici, F.; Yildirim, P.; Caliklar, Şeyma; Yilmaz, Rabia M. (2019)	Research Trends In The Use Of Augmented Reality In Science Education: Content And Bibliometric Mapping Analysis

No	Authors & Year	Title
24.	Cabero-Almenara, Julio; Barroso-Osuna, Julio; Llorente-Cejudo, Carmen; Martínez, María Del Mar Fernández (2019)	Educational Uses Of Augmented Reality (Ar): Experiences In Educational Science
25.	Chang, Shao-Chen; Hwang, Gwo-Jen (2018)	Impacts Of An Augmented Reality-Based Flipped Learning Guiding Approach On Students' Scientific Project Performance And Perceptions
26.	Fidan, Mustafa; Tuncel, Meric (2018)	Augmented Reality In Education Researches (2012-2017): A Content Analysis
27.	Craciun, Dana; Bunoiu, Madalin (2017)	Boosting Physics Education Through Mobile Augmented Reality
28.	Huang, Yueh-Min; Lin, Pei Hsuan (2017)	Evaluating Students' Learning Achievement And Flow Experience With Tablet Pcs Based On Ar And Tangible Technology In U-Learning
29.	Chen, Cheng-Ping; Wang, Chang-Hwa (2016)	Construction Of A Synchronized Multi-Display Augmented Reality Simulation Module For Learning Tidal Effects
30.	Kurilovas, Eugenijus; Dvareckiene, Viktorija; Jevsikova, Tatjana (2016)	Augmented Reality-Based Learning Systems: Personalisation Framework
31.	Cózar Gutiérrez, Ramón; Del Valle De Moya Martínez, María; Hernández Bravo, José Antonio; Hernández Bravo, Juan Rafael (2015)	Emerging Technologies In Social Sciences Teaching. An Experience Using Augmented Reality In Teacher Training; [Tecnologías Emergentes Para La Enseñanza De Las Ciencias Sociales. Una Experiencia Con El Uso De Realidad Aumentada En La Formación Inicial De Maestros]
32.	Magenat, Stéphane; Ben-Ari, Morderchai; Klinger, Severin; Sumner, Robert W. (2015)	Enhancing Robot Programming With Visual Feedback And Augmented Reality
33.	Blanco-Fernández, Yolanda; López-Nores, Martín; Pazos-Arias, José J.; Gil-Solla, Alberto; Ramos-Cabrer, Manuel; García-Duque, Jorge (2014)	Reenact: A Step Forward In Immersive Learning About Human History By Augmented Reality, Role Playing And Social Networking
34.	Huang, Tien-Chi; Chou, Yu-Wen; Shu, Yu; Yeh, Ting-Chieh (2014)	Activating Natural Science Learning By Augmented Reality And Indoor Positioning Technology
35.	Zhu, Egui; Hadadgar, Arash; Masiello, Italo; Zary, Nabil (2014)	Augmented Reality In Healthcare Education: An Integrative Review

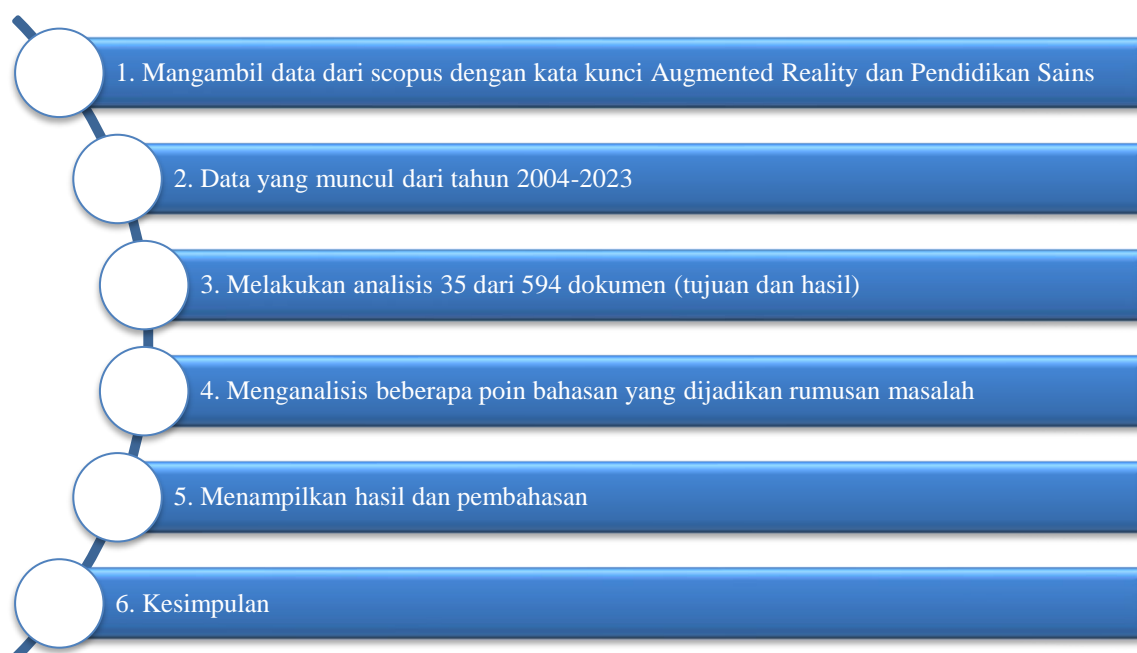
Studi ini berfokus pada penggunaan AR dalam artikel pendidikan sains yang diterbitkan antara tahun 2013 dan 2018. Dokumen yang dianalisis diantaranya adalah sumber yang paling relevan, penulis yang paling relevan, dokumen yang paling banyak dikutip di dunia, kata-kata yang paling sering muncul, serta tren perkembangan literatur tentang topik ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bibliometrik tren penelitian selama sembilan belas tahun terakhir melalui isi dan analisis artikel terkait penggunaan AR dalam pendidikan sains.

Tujuan kami dalam melakukan analisis konten menyeluruh dan pemetaan bibliometrik adalah untuk memberikan wawasan berharga bagi para peneliti yang mempelajari penggunaan aplikasi AR dalam pendidikan sains. Kami percaya bahwa temuan kami akan menjadi sumber data yang berguna bagi peneliti masa depan di bidang ini. Di bawah ini adalah pertanyaan penelitian yang kami eksplorasi dalam penelitian ini, yang semuanya terkait dengan entri dalam database online "Scopus":

1. Apa saja sumber yang paling relevan pada pencarian AR di Pendidikan sains?
2. Apa saja dokumen yang paling sering dikutip didunia?
3. Apa kata-kata yang sering muncul dalam dokumen AR di Pendidikan sains?
4. Apa tren perkembangan literatur pada topik AR di Pendidikan sains?

METODE

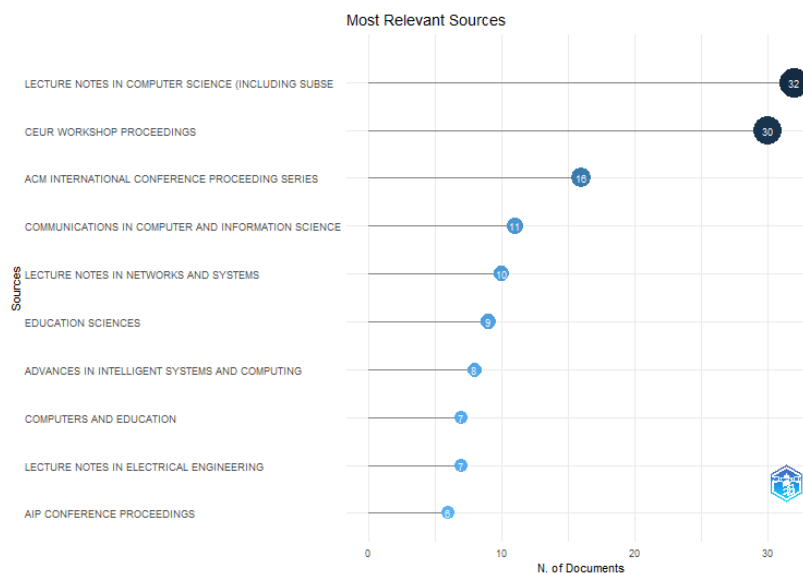
Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik dan tinjauan pustaka. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Scopus. Scopus terkenal memiliki database publikasi terbesar di berbagai bidang, termasuk bidang akademik seperti ilmu alam, ilmu komputer dan lain-lain. Data Scopus dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan berdasarkan tahun, judul, negara, kata kunci, dan lainnya. Selain itu, penelitian ini menggunakan tinjauan literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya untuk memperkuat data penelitian. Data di Scopus dipilih berdasarkan kata kunci yang ingin dicari. Pada penelitian ini langkah pemilihan kata kunci dilakukan sebanyak dua kali, yaitu Pendidikan sains dan Augmented Reality selanjutnya dapat dilihat lebih detail pada hasil dan pembahasan. Data yang diperoleh dalam format .csv dibuka dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan *VOSViewer*.



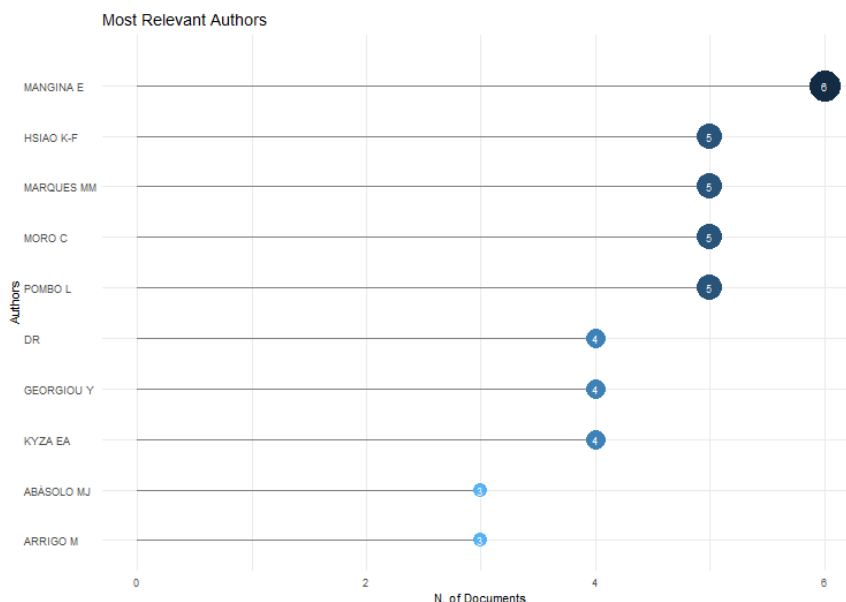
Gambar 1. Prosedur Percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 terlihat sumber yang paling relevan pada pencarian AR di pendidikan sains adalah *lecturer notes in computer science*, diikuti dengan *ceur workshop proceedings*. Tabel di atas merangkum sumber-sumber yang paling relevan dalam penelitian mengenai penggunaan Augmented Reality (AR) dalam pendidikan sains. Sumber-sumber ini telah dipilih berdasarkan kriteria penting seperti metode penelitian yang digunakan, kontribusi unik, dan relevansi dengan topik penelitian. Dengan menggunakan tabel tersebut, peneliti dapat dengan mudah membandingkan sumber-sumber yang berbeda dan mengevaluasi relevansi serta kontribusi masing-masing sumber terhadap pemahaman tentang penggunaan AR dalam pendidikan sains.



Gambar 2. Sumber yang Paling Relevan pada Pencarian AR di Pendidikan Sains



Gambar 3. Dokumen yang Paling Sering Dikutip di Dunia

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat dari sekian banyaknya dokumen dibuat di dunia yang paling sering dikutip dan membahas AR dalam Pendidikan sains adalah Mangina E dan HSIAO K-F. Bagan penulis yang relevan dalam pencarian Augmented Reality (AR) di pendidikan sains akan merangkum informasi tentang peneliti-peneliti yang memiliki kontribusi signifikan dalam bidang ini. Tabel di atas mencantumkan nama-nama penulis terkemuka yang membahas AR dalam Pendidikan sains. Melalui tabel tersebut, peneliti atau pembaca dapat dengan cepat mengidentifikasi penulis-penulis yang memiliki keahlian dan reputasi dalam penggunaan AR pada pendidikan sains. Bagan semacam itu akan membantu peneliti atau pembaca untuk merinci sumbangan penting dari penulis-penulis tersebut dan dapat digunakan sebagai referensi penting dalam menyusun *literatur review* atau merancang penelitian mereka sendiri dalam domain ini.

penggunaan multimedia interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Susilowati, 2021).

Peran penting pembelajaran fisika interaktif adalah untuk meningkatkan hasil belajar siswa, mengembangkan berpikir kritis, memperdalam pemahaman konsep dan menjadikan pembelajaran lebih menarik. Keunggulan pembelajaran digital terletak pada fleksibilitasnya, karena proses pembelajaran dapat dilakukan tanpa pembelajaran tatap muka, dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun, mengurangi waktu belajar dan penggunaan berbagai jenis media yang menggunakan teknologi, serta instrumen digital yang kompleks. Pada saat yang sama, kelemahan tersebut juga mempengaruhi gaya hidup siswa yang mungkin menjadi ketergantungan pada media pembelajaran digital yang menggunakan internet. Hal tersebut membutuhkan uang dan sinyal yang kuat.

SIMPULAN

Analisis temuan penelitian menggunakan penelitian bibliometrik dan tinjauan literatur terkait penelitian pembelajaran digital menghasilkan beberapa kesimpulan. Ringkasnya, tren topik pembelajaran digital terus berkembang, mulai tahun 2014 hingga 2023. Kata kunci yang paling sering digunakan sekaligus tren perkembangan literatur pada topik AR dalam Pendidikan sains adalah AR, VR, *student*, *engineering education*, dan *e-learning*. Sumber paling relevan adalah *lecturer notes in computer science*, diikuti dengan *ceur workshop proceedings*. Dokumen yang paling sering dikutip adalah Mangina E dan HSIAO K-F. Secara keseluruhan media pembelajaran menggunakan Augmented Reality pada pembelajaran Pendidikan sains adalah untuk meningkatkan pembelajaran ilmiah, memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan menyajikan konsep-konsep dengan cara yang lebih konkrit dan mudah dipahami, meningkatkan motivasi belajar dan berpikir kritis, memungkinkan pembelajaran kolaboratif yang lebih baik serta memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam simulasi. Arti penting dari penelitian ini adalah untuk menunjukkan tren publikasi topik pembelajaran digital sehingga peneliti selanjutnya dapat menunjukkan lebih banyak manfaat terkait topik tersebut. Dengan paper ini peneliti dapat mempelajari kelebihan dan kekurangan topik AR dalam pembelajaran sains serta mencari informasi terkini untuk penelitian selanjutnya. Salah satu batasan pencarian adalah beberapa hasil pencarian di Scopus dibatasi akses penuhnya. Penelitian lebih mendalam dapat dilakukan dengan membandingkan sistem pembelajaran lain yang diterapkan pada pembelajaran fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, M., Halim, A. & Sharifah, O. (2021). Improving polytechnic students' high-order-thinking-skills through inquiry-based learning in mathematics classroom. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(3), 976-983. <https://doi.org/10.11591/IJERE.V10I3.21771>
- Ainiyah, Q., Yuliati, L. & Parno, P. (2020). Analisis Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-Alat Optik pada Siswa Kelas XI MAN Tuban. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(1), 24–29. <http://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/>
- Akcaoglu, M., Gutierrez, P., Hodges, B. & Sonnleitner, P. (2017). *Game design as a complex problem solving process Handbook of research on serious games for educational applications* (pp. 217-233): IGI Global.

- Akçayır, M. & Akçayır, G. (2017) *Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature*. *Educ. Res. Rev.* 2017, 20, 1–11.
- Alfiah, S. & Dwikoranto, D. (2022). Penerapan model problem based learning berbantuan laboratorium virtual PhET untuk meningkatkan HOTS siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 9–18. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11494>
- Asuri, R., Suherman, A. & Darman, D. (2021). Penerapan model problem based learning (PBL) berbantu mind mapping dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi usaha dan energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(1), 22–28. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.7624>
- Balaton, M., Cavadas, J., Carvalho, P. S. & Lima, J. J. G. (2021). *Programming Ozobots for teaching astronomy*. *Physics Education*, 56(4), 045018. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abfb44>
- Bygstad, B., Ovrelid, E., Ludvigsen, S. & Dæhlen, M. (2022). *From dual digitalization to digital learning space: Exploring the digital transformation of higher education*. *Comput. Educ.* 2022, 182, 104463.
- Cai, S., Chiang, F., Sun, Y., Lin, C. & Lee, J. (2016) *Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction*. *Interact. Learn. Environ.* 2016, 25, 778–791.
- Choi, S. & Park, J. (2021) *Development of Augmented Reality System for Productivity Enhancement in Offshore Plant Construction*. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 209.
- Fidan, M. & Tuncel, M. (2019) *Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education*. *Comput. Educ.* 2019, 142, 103635.
- Granic, A. & Ukušić, M. (2011) *Usability Testing and Expert Inspections Complemented by Educational Evaluation: A Case Study of an e-Learning Platform*. *J. Educ. Technol. Soc.* 2011, 14, 107–123.
- Grinshkun, A.V., Perevozchikova, M.S., Razova, E.V. & Khlobystova, I.Y. (2021). Using Methods and Means of the Augmented Reality Technology when Training Future Teachers of the Digital School. *European Journal of Contemporary Education*, 10(2), 358-374. <https://doi.org/10.13187/ejced.2021.2.358>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M.A. & Suman, R. (2022) *Understanding the role of digital technologies in education: A review*. *Sustain. Oper. Comput.* 2022, 3, 275–285.
- Hosseini, H., Hartt, M. & Mostafapour, M. (2019) *Learning IS child's play*. *ACM Trans. Comput. Educ.* 2019, 19, 1–18.
- Huang, Y., Li, H. & Fong, R. *Using Augmented Reality in early art education: A case study in Hong Kong kindergarten*. *Early Child Dev. Care* 2016, 186, 879–894.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. & Haywood, K. (2011) *The 2011 Horizon Report; The New Media Consortium: Austin, TX, USA*.
- Kurniawan, W., Darmaji, D., Astalini, A., Kurniawan, A., Hidayat, M. & Kurniawan, N. (2019). Multimedia physics practicum reflective material based on problem solving for science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 590-595. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20258>
- Lampropoulos, G. (2023) *Augmented Reality and Artificial Intelligence in Education: Toward Immersive Intelligent Tutoring Systems*. In *Augmented Reality and Artificial Intelligence: The Fusion of Advanced Technologies; Springer Nature: Cham, Switzerland*, pp. 137–146.
- Pidel, C. & Ackermann, P. (2020). *Collaboration in virtual and augmented reality: a systematic overview*. Paper presented at the International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics.

- Ramadhan, A. T. & Hardianto, H. (2020). Perancangan aplikasi augmented reality pengenalan baret TNI berbasis android. *IT (Informatic Technique) Journal*, 8(2), 199-209. <https://doi.org/10.22303/it.8.2.2020.199-209>
- Ramadhanti, D., Nuryani Suwarno, R., Kuswanto FMIPA, H. & Negeri Yogyakarta, U. (2021). Literature Review: Technology Development and Utilization of Augmented Reality (AR) in Science Learning. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 2(4), 135–144. <https://rb.gy/bkplay>
- Royantoro, F., Mujasam, M., Yusuf, I. & Widyaningsih, W. (2018). Pengaruh model problem based learning terhadap higher order thinking skills peserta didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 371-382. <https://doi.org/10.20527/bipf.v6i3.5436>
- Schmidt, J. (2007) *Preparing Students for Success in Blended Learning Environments: Future Oriented Motivation and Self-Regulation*. Ph.D. Thesis, University of Southampton, Southampton, UK.
- Sirakaya, M. & Cakmak, E.K. (2018). The effect of augmented reality use on achievement, misconception and course engagement. *Contemporary Educational Technology*, 9(3), 297-314. <https://doi.org/10.30935/cet.444119>
- Suhirman, S., Prayogi, S. & Asy'ari, M. (2021). Problem-Based Learning with Character-Emphasis and Naturalist Intelligence: Examining Students Critical Thinking and Curiosity. *International Journal of Instruction*, 14(2), 217-232. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14213a>
- Sulistiyani, N. (2018). Implementation of problem-based learning model (Pbl) based on reflective pedagogy approach on advanced statistics learning. *IJIET (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 2(1), 11–19. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v2i1.952>
- Suprpto, N., Ibisono, H.S. & Mubarak, H. (2021). the Use of Physics Pocketbook Based on Augmented Reality on Planetary Motion To Improve Students' Learning Achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 526-540. <https://doi.org/10.3926/jotse.1167>
- Susilowati, E., & Samsudin, A. (2021). What do physics teachers need? A need analysis of interactive multimedia to train creative thinking in static fluid. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2098, No. 1, p. 012029). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012029>
- Tatić, D. & Tešić, B. (2017) *The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment*. *Comput. Ind.*, 85, 1–10.
- Tatic, D. An augmented reality system for improving health and safety in the electro-energetics industry. *Facta Univ.-Ser. Electron. Energetics* 2018, 31, 585–598.
- Theodoropoulos, A. & Lepouras, G. (2021) *Augmented Reality and programming education: A systematic review*. *Int. J. Child-Comput. Interact*, 30, 100335.
- Villagran-Vizcarra, D., Luviano-Cruz, D., Pérez, A., Méndez, C. & Garcia, F. (2023) *Applications Analyses, Challenges and Development of Augmented Reality in Education, Industry, Marketing, Medicine, and Entertainment*. *Appl. Sci*, 13, 2766.
- Wongsuwan, W., Huntula, J. & Liu, C. (2022). *The interactive computer simulation and learning activity for facilitating students' conceptual understanding on the buoyant force through the CoSci learning platform*. In 16th Siam Physics Congress, SPC 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2145/1/012075>
- Wu, H., Lee, Y., Chang, H. & Liang, C. (2013). *Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education*. *Computers & education*, 62, 41-49.

- Wu, Hwang, Yang, & Chen. (2018). *Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction*. *Interactive Learning Environments*, 26(2), 221-234.
- Wu, S., Hou, L., Zhang, G. & Chen, H. (2022) *Real-time mixed reality-based visual warning for construction workforce safety*. *Autom. Constr.*, 139, 104252.
- Zafeiropoulou, M., Volioti, C., Keramopoulos, E. & Sapounidis, T. (2021). *Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game-Based Learning Approach: A Pilot Study in Primary School*. *Computers*, 10, 126.
- Zakirman, Z., Lufri, L., Khairani, K. & Rahayu, C. (2020). Implementation of The Play-Think-air-Share (PTPS) Learning Model for Elementary School Students to Master Part of Top Skill 2020. *International Journal of Scientific & Technology Research (IJSTR)*, 9(03), 4643–4648. <https://rb.gy/q8xjjc>

