



Analisis Bibliometrik: Penelitian Augmented Reality Dalam Pendidikan Matematika

Ilham Muhammad*, Febrinna Marchy, Husnul Khatimah Rusyid, Dadan Dasari

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia.

* ilhammuhammad@upi.edu

© 2022 JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)

This is an open access article under the CC-BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ISSN 2337-9049 (print), ISSN 2502-4671 (online)

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi publikasi terkait *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan khususnya pada bidang Pendidikan Matematika dan memvisualisasikannya. Basis data dari *dimensions* digunakan dalam mengumpulkan publikasi terkait AR dalam Pendidikan Matematika dan divisualisasikan dengan *VOSviewer*, kemudian dianalisis dan dievaluasi berdasarkan pasangan bibliografi negara, pasangan bibliografi Lembaga, pasangan bibliografi jurnal, pasangan bibliografi publikasi, pasangan bibliografi penulis, dan kemunculan bersama kata kunci penulis. Sebanyak 332 publikasi dipilih mengikuti kriteria penelitian dalam 10 tahun terakhir (2012-2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa negara Indonesia (berdasarkan pasangan bibliografi negara), *Journal of Physics Conference Series* (berdasarkan pasangan bibliografi jurnal), publikasi Ibáñez (2018) (berdasarkan pasangan bibliografi publikasi), dan Salinas, Patricia (Inggris) (berdasarkan pasangan bibliografi penulis) menjadi yang paling berpengaruh pada bidang *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika. Pembelajaran STEM dan materi geometri menjadi kata kunci yang sering muncul dalam bidang ini. Tren penelitian dan kemajuan konsep *Augmented Reality* dalam pendidikan telah dibahas dalam makalah.

Kata kunci: Bibliometrik; *Augmented Reality*; Pendidikan Matematika

Abstract: This study aims to identify publications related to *Augmented Reality* (AR) in education, especially in the field of Mathematics Education, and visualize them. The database of dimensions is used in collecting AR-related publications in Mathematics Education and visualized with *VOSviewer*, then analyzed and evaluated based on Bibliographic coupling of the countries, bibliographic coupling of the institutions, bibliographic coupling of the journals, bibliographic coupling of the publications, bibliographic coupling of the authors, and co-occurrence of author keywords. A total of 332 publications were selected following the research criteria in the last ten years (2012-2021). The results showed that Indonesia (based on country bibliographic pairs), *Journal of Physics Conference Series* (based on journal bibliographic pairs), Ibáñez publications (2018) (based on bibliographic pairs of publications), and Salinas, Patricia (England) (based on author bibliographic pairs) become the most influential in the field of augmented reality in mathematics education. Stem learning and geometry material are keywords that often appear in this field. Research trends and advances in the concept of augmented reality in education have been discussed in this paper.

Keywords: Bibliometrics; *Augmented Reality*; Mathematics education

Pendahuluan

Augmented reality (AR) merupakan teknologi terbaru yang dapat menghubungkan informasi digital ke dalam lingkungan yang nyata (Castañeda, Guerra, & Ferro, 2018; Hussein, 2022). Menurut Hsiao & Chang (2016) selain menggabungkan dunia maya dan dunia nyata, *Augmented reality* juga menambahkan objek virtual seperti gambar, video dan objek tiga

dimensi (3D) ke dalam dunia nyata. Sedangkan menurut Dutta, Mantri, & Singh (2022) *Augmented Reality* adalah teknologi yang membantu objek *virtual* 3D untuk dilihat secara interaktif dalam dunia nyata.

Augmented Reality (AR) telah menjadi *trend* bagi banyak aplikasi pengembang, selain itu *Augmented Reality* juga meningkatkan wawasan bagi para penggunanya tentang dunia nyata (Alamäki, Dirin, & Suomala, 2021; Chen et al., 2019; Sungkur, Panchoo, & Bhoyroo, 2016). *Augmented Reality* adalah teknologi yang semakin banyak digunakan dalam Pendidikan (Hanid, Said, & Yahaya, 2020; Hedenqvist, Romero, & Vinuesa, 2021; Medina & Ferrer, 2022). *Augmented Reality* bisa digunakan kedalam pembelajaran yang dapat meningkatkan efektifitas pengajaran dikelas dan pembelajaran *mobile* (Garrett, Jackson, & Wilson, 2015; Li & Liu, 2022; Lorenzo, Gilabert Cerdá, Lorenzo-Lledó, & Lledó, 2022).

Implementasi *Augmented Reality* kedalam proses pembelajaran memiliki peluang besar untuk mendapatkan berbagai manfaat (Almenara & Vila, 2019; Patzer, Smith, & Keebler, 2014). Manfaat *Augmented Reality* dalam pembelajaran yaitu dapat meningkatkan perhatian siswa serta membuat siswa merasa puas dengan apa yang telah mereka pelajari (Santos et al., 2016). *Augmented Reality* dapat meningkatkan komputasi berpikir siswa, keterampilan visualisasi siswa dan pencapaian topik materi yang telah dipelajari (Hanid, Said, Yahaya, & Abdullah, 2022). *Augmented Reality* dapat mendorong siswa dalam hal kerja sama satu dengan yang lain dan mendiskusikan konsep secara bersama-sama (Sarkar, Kadam, & Pillai, 2020).

Beberapa tahun terakhir, terjadi peningkatan popularitas pada minat penelitian yang membahas terkait *Augmented Reality*, hal ini dikarenakan perangkat seluler telah memberi pengguna akses yang lebih sederhana, murah dan efisien dalam menggunakan *Augmented Reality* dari pada sebelumnya (Dutta et al., 2022). Berdasarkan hasil penelusuran pada *web dimensions* peningkatan popularitas terhadap penelitian terkait *Augmented Reality* bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Grafik peningkatan jumlah publikasi *Augmented Reality* (2017-2021)

Dari gambar diatas, terlihat jelas peningkatan jumlah publikasi terkait *Augmented Reality* tiap tahunnya. Terjadi peningkatan sebesar 300% dari tahun 2017 sampai tahun 2022, artinya *Augmented Reality* banyak diminati untuk dilakukan penelitian. Dalam dunia Pendidikan terdapat salah satu bidang ilmu yang sangat penting yaitu Pendidikan Matematika (Muhammad & Yolanda, 2022). Pendidikan Matematika adalah salah satu bidang Pendidikan yang paling banyak dipelajari menggunakan *Augmented Reality* (Karakus, Ersozlu, & Clark, 2019). Ada banyak manfaat *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika. Menurut Omurtak & Zeybek (2022) penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran matematika

meningkatkan hasil belajar siswa dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Manfaat *Augmented Reality* dalam pembelajaran matematika yaitu dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dan untuk memecahkan masalah kompleks dalam matematika (Dutta et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi publikasi mengenai *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika dan mendeskripsikan karakteristik dari penelitian tersebut. Analisis bibliometrik digunakan dalam penelitian ini untuk mengeksplorasi karakteristik publikasi di bidang *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika serta untuk memahami *trend* penelitian di bidang ini.

Bibliometrik merupakan suatu metode statistik dalam menganalisis publikasi (Phoong, Khek, & Phoong, 2022; Wang, Dong, Qu, Lin, & Liu, 2021; Zhang, Yue, Shi, & Yuan, 2019; S. H. Zyoud, Al-Jabi, & Sweileh, 2015). Bibliometrik adalah landasan untuk menentukan publikasi yang paling populer dan paling signifikan pada bidang tertentu (Sa'ed H. Zyoud et al., 2022). Bibliometrik merupakan metode penelitian yang mempunyai informasi yang sangat lengkap dengan menggabungkan sains, matematika dan statistik dalam menganalisis pengetahuan secara kuantitatif (Zhang et al., 2019). Jadi, bibliometrik adalah suatu metode statistik yang berisikan informasi terkait publikasi yang digunakan untuk menganalisis publikasi pada bidang tertentu.

Menurut Abouzid, Glówka, & Karaźniewicz (2021) penelitian bibliometrik merupakan metode yang penting dalam menganalisis dengan cara kualitatif maupun kuantitatif publikasi pada subjek-subjek tertentu. Menurut Zyoud, Waring, Al-Jabi, & Sweileh (2017) dalam penelitian bibliometrik, analisis data dilakukan menggunakan indeks kualitatif maupun kuantitatif seperti: tahun publikasi, afiliasi, jenis dokumen, nama negara, kategori subjek, nama jurnal, bahasa penerbit, kolaborasi dan pola kutipan.

Selama bertahun-tahun, bibliometrik telah berkembang dan menjadi umum dalam menganalisis dan memetakan konsep serta pengetahuan yang dipublikasikan pada banyak bidang (Rana & Pragati, 2022; Zupic & Čater, 2015). Terlepas dari itu, menurut Marín, Belmonte, Campoy, & Rodríguez (2019) saat ini, bibliometrik pada bidang Pendidikan tidak mendapat semua kinerja yang diinginkan, dalam hal pengumpulan data dan individualisasi. Oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian terkait Pendidikan khususnya pada bibliometrik penelitian *Augmented Reality* pada Pendidikan Matematika.

Masih banyak sumber data selain *scopus* yang bisa digunakan untuk penelitian selanjutnya, sumber data dari web ilmu pengetahuan dan sumber data lainnya bisa ditambahkan (Santosa, Hadi, Subiyantoro, Irmade, & Sukmawati, 2021). Sehingga, pada penelitian ini, peneliti menggunakan metadata berdasarkan database *dimensions*. Menurut Rusydiana, Taqi, Firmansyah, Assalafiyah, & Kustiningsih (2021) *Dimensions* adalah indeksasi alternatif yang semua artikelnya mempunyai *digital object identifier* (DOI). Menurut Sovacool, Daniels, & AbdulRafiu (2022) *dimensions* adalah *database* yang telah mencakup jutaan penelitian di 6 juta hibah dan 142 juta paten Sedangkan menurut Khakimova, Zolotarev, & Berberova (2021) database *dimensions* digunakan untuk menganalisis berbagai kutipan dan penulisan bersama. Peneliti mengambil dan menganalisis informasi dari database *dimensions* tersebut dan menggunakan analisis bibliografi deskriptif dan evaluatif.

Penelitian yang terkait dengan penelitian ini yaitu, penelitian yang dilakukan oleh Santosa et al (2021) yaitu tentang *Augmented Reality* untuk Media Pembelajaran Siswa dengan menggunakan Analisis Bibliometrik dan Visualisasi, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa berbagai manfaat media AR telah diteliti dan dipublikasikan di berbagai jurnal khususnya jurnal yang telah terindeks *Scopus*. Penulis di Asia, yaitu Indonesia, juga menyumbang 10 besar berdasarkan jumlah publikasi di negara mereka, penelitian tersebut menyarankan agar sumber data selain *Scopus* dapat digunakan, demikian juga untuk menganalisis data bibliometrik, aplikasi selain *VOSviewer* juga dapat digunakan untuk melengkapi visualisasi. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Karakus et al., 2019)

tentang penelitian *Augmented Reality* dalam Pendidikan dengan studi bibliometrik, hasil penelitian menunjukkan bahwa realitas virtual, pembelajaran seluler, lingkungan belajar interaktif, dan e-learning adalah salah satu konsep yang paling banyak dipelajari dalam penelitian AR, Spanyol dan Taiwan telah menjadi negara yang paling penting dalam area penelitian ini. Dari hasil penelitian tersebut, belum ada yang membahas tentang Pendidikan Matematika secara khusus, hanya membahas Pendidikan secara umum, kemudian peneliti memperluas kata kunci yaitu menjadi “Penelitian *augmented reality* dalam Pendidikan Matematika”, dan juga peneliti menggunakan database selain scopus dalam mencari sumber data, seperti *dimensions*. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi publikasi terkait *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan khususnya pada bidang Pendidikan Matematika dan memvisualisasikannya.

Metode

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi publikasi terkait *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan khususnya pada bidang Pendidikan Matematika dan memvisualisasikannya.

1. Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan metode visualisasi bibliometrik dan analisis bibliometrik. Sebagai metode kuantitatif, analisis bibliometrik menggunakan pendekatan evaluatif dan deskriptif untuk mewakili tren penelitian dan karakteristik serangkaian publikasi. Metode visualisasi bibliometrik digunakan untuk menunjukkan gambaran struktural dari area penelitian tertentu (Garfield, 2009).

2. Subjek penelitian

Adapun sampel pada penelitian ini yaitu 332 publikasi yang diperoleh dari *database dimensions* yang sesuai dengan kata kunci yang dipilih. Adapun kata kunci dalam penelitian ini yaitu, *Augmented Reality* dan Pendidikan Matematika. Dari 332 publikasi tersebut, sebagian besar berasal dari artikel, dan beberapa dari resensi buku.

3. Indikator penelitian

Adapun publikasi yang dipilih yaitu dalam 10 tahun terakhir (2012-2021) dengan menggunakan aplikasi *VOSviewer* dengan 3 tampilan yaitu visualisasi *network*, visualisasi *overlay*, dan visualisasi *density*. Adapun indikatornya yaitu dengan memperhatikan jumlah publikasi, jumlah kutipan, dan total kekuatan tautan antar objek yang ditampilkan.

4. Prosedur penelitian

Peneliti melakukan pengumpulan *metadata* berdasarkan *database dimensions* dalam 10 tahun terakhir (2012-2021) yang terkait dengan *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika. Perangkat lunak *VOSviewer* digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis dan memvisualisaikan serta mengevaluasi semua informasi tentang publikasi yang telah dikumpulkan terkait bidang ini, seperti: pasangan bibliografi penulis, negara, lembaga, jurnal dan kemunculan bersama kata kunci penulis. (Eck & Waltman, 2017; Orduña-Malea & Costas, 2021; Oyewola & Dada, 2022; Sovacool et al., 2022) *VOSviewer* adalah perangkat lunak dalam membuat visualisasi jaringan dari istilah yang umum digunakan dalam bidang tertentu. *VOSviewer* sangat berguna dan banyak digunakan dalam analisis bibliometrik (Eck & Waltman, 2010; Shah, Lei, Ali, Doronin, & Hussain, 2020). Selain membuat visualisasi jaringan, *VOSviewer* juga digunakan dalam menganalisis evolusi pada bidang tertentu berdasarkan istilah umum yang digunakan (Guleria & Kaur, 2021; Huang et al., 2022). Menurut (Dewi, Widodo, Rochintaniawati, & Prima, 2021) tahapan penelitian dalam analisis bibliometrik ada 5 tahapan sebagai berikut.



Gambar 2. Tahapan Metode Analisis Bibliometrik

Pada gambar diatas, terdapat lima tahapan dalam metode analisis bibliometrik yaitu, 1) penyelidikan kata kunci atau menentukan kata kunci: sebelum melakukan pengambilan data, peneliti memfokuskan kata kunci pada *Augmented reality* pada Pendidikan matematika; 2) pengurangan pencarian awal: klasifikasi atau mengelompokkan pencarian yang hanya terfokus pada kata kunci yang telah ditentukan, dalam hal ini peneliti menggunakan *database dimensions* untuk mencari artikel berdasarkan kata kunci; 3) pengurangan total pencarian awal: seleksi manual untuk semua pencarian hasil, dalam hal ini peneliti menggunakan aplikasi *VOSviewer* untuk menentukan ambang batas sesuai kebutuhan , 4) kompilasi gambar statistik awal: mengelompokkan data sebagai deskripsi topik, seperti menyusun hasil dari visualisasi pada pasangan bibliografi negara, pasangan bibliografi Lembaga, pasangan bibliografi jurnal, pasangan bibliografi publikasi, pasangan bibliografi penulis, dan kemunculan bersama dari kata kunci penulis; 5) interpretasi data dalam narasi analitis: penjelasan tentang temuan penelitian berdasarkan hasil seleksi, interpretasi data dilakukan dengan aplikasi *VOSviewer*. Visualisasi *VOSviewer* memberikan representasi data dalam bentuk peta variabel yang terkait dengan kata kunci dan memiliki peluang untuk dikembangkan.

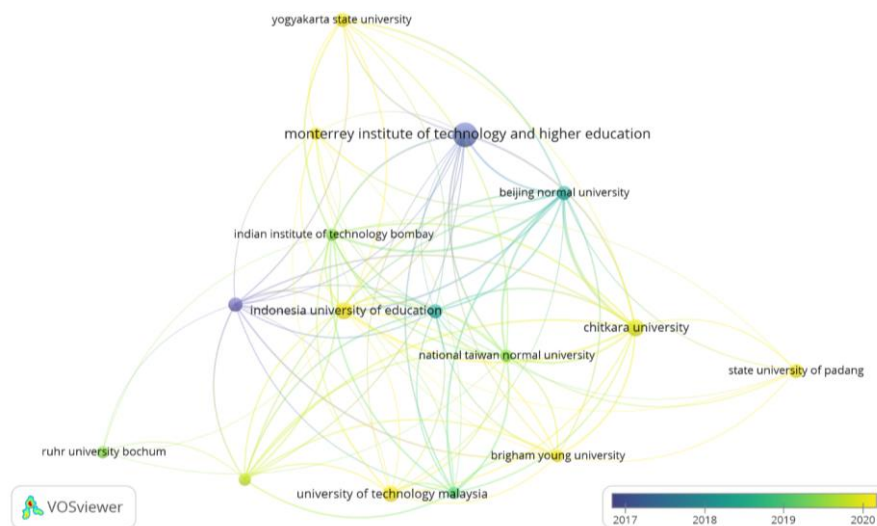
Peneliti Pada awalnya, terdapat 4362 publikasi dalam *database dimensions* yang diterbitkan terkait *Augmented Reality* pada bidang Pendidikan seperti: ilmu informasi dan komputasi, Pendidikan Matematika, studi spesialis dalam Pendidikan, kecerdasan buatan dan pemrosesan gambar, kurikulum dan pedagogik, ilmu kedokteran dan kesehatan, Pendidikan psikologi, ilmu kognitif dan psikologi. Namun, setelah peneliti mempersempit kata kunci menjadi *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika, publikasi dalam *database dimensions* menjadi 332 publikasi. Seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah:

Tabel 1. Jumlah dan persentase publikasi *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika (2012-2021)

No	Tahun Publikasi	Jumlah Publikasi	Persentase
1	2021	88	26,51 %
2	2020	95	28,62 %
3	2019	52	15,67 %
4	2018	36	10,85%
5	2017	19	5,71 %
6	2016	20	6,1 %
7	2015	11	3,4 %
8	2014	3	0,9 %
9	2013	7	2,1 %

Negara tersebut adalah; Mexico (15, 141, 283), Malaysia (15, 52, 329), India (14, 84, 665), Jerman (13, 83, 355), China (10, 54, 368), Taiwan (9, 80, 405), Spanyol (7, 355, 311), Cyprus (7, 79, 333), Australia (6, 71, 176), Belanda (6, 35, 154), Italia (6, 18, 7), Inggris (5, 68, 288), Peru (5, 13, 55), Ecuador (5, 8, 62), dan Selandia baru (5, 6, 150). Pada gambar 2 diatas, terlihat ada perbedaan warna yang menunjukkan pembagian klaster atau kelompok yang berbeda dimana kelompok tersebut didasarkan pada intensitas hubungan satu dengan yang lainnya. Pada klaster pertama atau yang terbesar adalah Indonesia, China, Jerman, India, Malaysia, Belanda, dan Selandia Baru. Klaster kedua yaitu, Ecuador, Italia, Mexsico, Peru, dan Spanyol. Australia, Cyprus, dan Taiwan di klaster ketiga dan yang terakhir ada Inggris dan Amerika Serikat di klaster keempat. Pasangan Bibliografi Lembaga

Pasangan bibliografi Lembaga ditunjukkan pada gambar 3 yang ditampilkan dengan visualisasi *overlay*. Peneliti menggunakan ambang batas pada tahap ini, yaitu jumlah publikasi minimum dari suatu Lembaga adalah 3 publikasi yang telah disitasi minimal sebanyak 3. Dari 208 lembaga, hanya 16 yang memenuhi ambang batas tersebut. Peneliti mengurutkan berdasarkan total kekuatan tautan, dimana Beijing Normal University (China) menempati urutan pertama dengan 113 total kekuatan tautan, 46 kutipan dan 4 publikasi. Kemudian diikuti Chitkara University (India) dengan 101 total kekuatan tautan, 59 kutipan dan 6 publikasi. Selanjutnya berturut-turut ditunjukkan pada angka pertama adalah total kekuatan tautan, pada angka kedua adalah jumlah kutipan dan pada angka ketiga adalah jumlah publikasi, Indian Institute of Technology Bombay (India) (74, 8, 3), National Taiwan Normal University (Taiwan) (71, 52, 3), Indonesia University of Education (Indonesia) (65, 11, 6), European University Cyprus (Cyrus) (58, 16, 3), Monterrey Institute of Technology an Higher Education (Mexico) (58, 134, 12), Eindhoven University of Technology (Belanda) (56, 21, 4), University of Auckland (Selandia Baru) (56, 6, 3), Brigham Young University (Amerika Serikat) (54, 48, 3), National Univerty of Malaysia (Malaysia) (51, 3, 4), Yogyakarta State University (Indonesia) (38, 7, 4), University of Technology Malaysia (Malaysia) (34, 10, 5), State University of Semarang (Indonesia) (17, 14, 3), State University of Padang (Indonesia) (14, 3, 4), Ruhr University Bochum (Jerman) (6, 35,3).

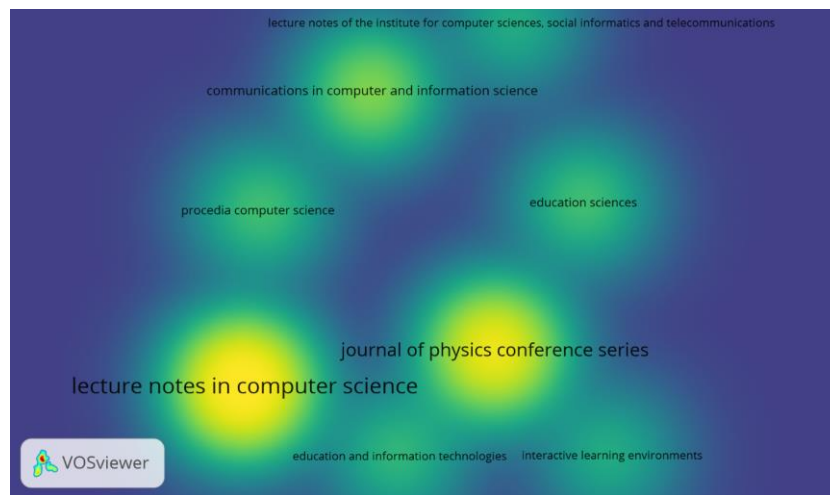


Gambar 3. Visualisasi *overlay* terhadap pasangan bibliografi Lembaga

Dari gambar diatas terdapat beberapa warna, mulai dari warna biru, hijau, sampai pada warna kuning, dimana warna kuning menunjukkan publikasi terbaru. Indonesia University of Education, University of Technology Malaysia, Brigham Young University, State University of Padang, Chitkara University, dan Yogyakarta State University adalah universitas-universitas dengan publikasi terbaru terkait *augmented reality* pada Pendidikan Matematika.

Pasangan Bibliografi Jurnal

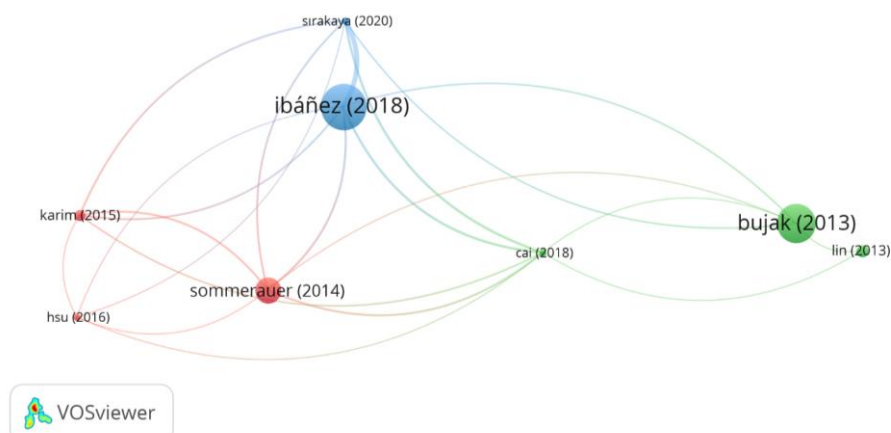
Pasangan bibliografi jurnal ditunjukkan pada gambar 4 yang ditampilkan dengan Visualisasi *Density*. Warna kuning menunjukkan kepadatan suatu jurnal. Warna yang berubah menjadi warna kuning pekat menunjukkan publikasi yang lebih banyak pada jurnal yang bersangkutan. Peneliti menggunakan ambang batas pada tahap ini, yaitu jumlah publikasi minimum dari suatu jurnal adalah 4 publikasi yang telah disitasi sebanyak 4. Dari 204 jurnal, hanya 8 jurnal yang memenuhi ambang batas tersebut. Peneliti mengurutkan jurnal berdasarkan total kekuatan tautan, dimana *Journal of Physics Conference Series* menempati urutan teratas dengan 203 total kekuatan tautan, 35 kutipan dan 22 publikasi, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, *Interactive Learning Environments*, *Education Sciences*, *Education and Information Technologies*, *Lecture Notes in Computer Science*, *Procedia Computer Science*, and *Communications In Computer and Information Science*.



Gambar 4. Visualisasi *Density* terhadap pasangan bibliografi jurnal

Pasangan Bibliografi publikasi

Pasangan bibliografi dari publikasi ditunjukkan pada gambar 5 yang ditampilkan dengan Visualisasi *network*. Peneliti menggunakan ambang batas pada tahap ini, yaitu jumlah minimum sitasi dari suatu publikasi adalah sebanyak 50. Dari 332 publikasi, hanya 8 publikasi yang memenuhi ambang batas tersebut. Ibáñez (2018) menempati urutan pertama dengan 311 kutipan, diurutkan kedua ada Bujak (2013) dengan 261 kutipan, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, Sommerauer (2014), Lin (2013), karim (2015), Sirakaya (2020), Cai (2018), dan Hsu (2016).



Gambar 5. Visualisasi *network* terhadap pasangan bibliografi publikasi

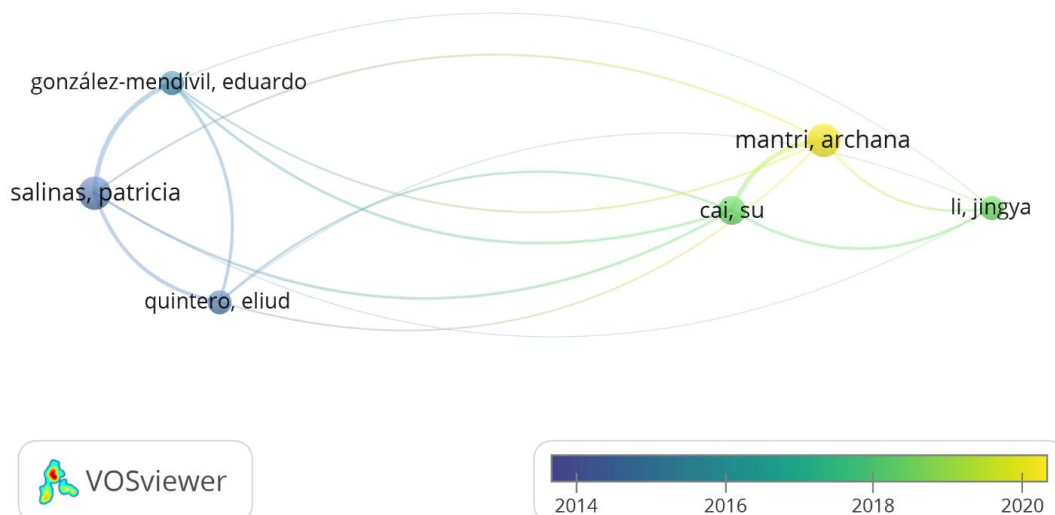
Dari gambar diatas terlihat jelas lingkaran yang paling besar adalah Ibáñez (2018). Ibáñez (2018) menjadi artikel yang paling berpengaruh terkait *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika yang telah dikutip sebanyak 311. Artikel ini menyajikan tinjauan sistematis literatur penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran STEM. Ulasan ini menemukan bahwa sebagian besar aplikasi *Augmented Reality* untuk pembelajaran STEM menawarkan kegiatan eksplorasi atau simulasi. Sejumlah saran untuk penelitian masa depan muncul dari ulasan ini. Peneliti perlu merancang fitur yang memungkinkan siswa untuk memperoleh kompetensi dasar yang terkait dengan disiplin STEM, dan aplikasi masa depan perlu menyertakan perancah metakognitif dan dukungan eksperimental untuk kegiatan pembelajaran berbasis inkuiri.

Artikel kedua yang berpengaruh terkait bidang ini adalah Bujak (2013) dengan 261 kutipan. Artikel ini mempertimbangkan teknologi *Augmented Reality* ini pada bidang matematika, ulasan ini juga menyajikan kerangka dalam memahami pembelajaran *Augmented Reality* dari tiga perspektif yaitu, fisik, kognitif, dan konstektual. Ulasan ini juga membahas contoh dari aplikasi AR yang ada dan memberikan pedoman untuk pengalaman belajar AR di masa depan, sambil mempertimbangkan masalah pragmatis dan teknologi yang dihadapi penerapan *Augmented Reality* yang meluas di dalam dan di luar kelas.

Artikel ketiga yang berpengaruh pada bidang ini adalah Sommerauer (2014) dengan 177 kutipan. Artikel ini merancang dan melakukan eksperimen lapangan *crossover pretest-posttest* dengan 101 peserta di pameran matematika untuk mengukur efek AR dalam memperoleh dan mempertahankan pengetahuan matematika dalam lingkungan belajar informal. Hasil ulasan ini menunjukkan bahwa pengunjung museum tampil secara signifikan lebih baik dalam perolehan pengetahuan dan tes retensi terkait dengan pameran yang ditambah daripada pameran yang tidak ditambah dan bahwa mereka menganggap AR sebagai tambahan yang berharga dan diinginkan untuk pameran museum.

Pasangan bibliografi penulis

Pasangan bibliografi penulis ditunjukkan pada gambar 6 yang ditampilkan dengan Visualisasi *overlay*. Peneliti menggunakan ambang batas pada tahap ini, yaitu jumlah minimum publikasi dari suatu penulis adalah sebanyak 50. Dari 869 publikasi, hanya 6 penulis yang memenuhi ambang batas tersebut. Salinas, patricia menempati urutan pertama dengan 73 total kekuatan tautan, 95 kutipan, dan 6 publikasi, diurutan kedua ada Cai,su dengan 72 total kekuatan tautan, 98 kutipan, dan 5 publikasi, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, González-mendivil, kemudian Eduardo, mantri, dan Archana, Quintero yang terakhir ada Eliud, li, jingya.

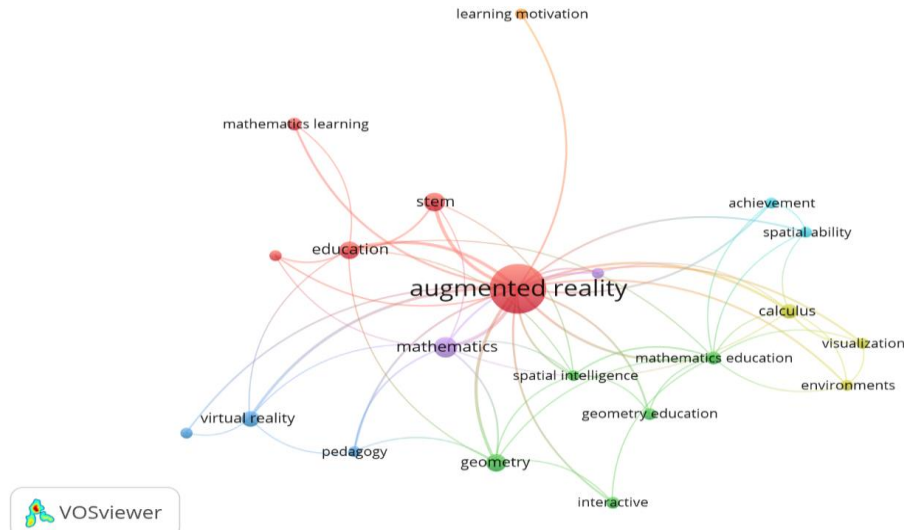


Gambar 6. Visualisasi *overlay* terhadap pasangan bibliografi penulis

Pada gambar diatas, data ditampilkan dengan visualisasi *overlay*, ada terdapat beberapa warna seperti biru, hijau dan kuning. Warna tersebut menunjukkan keterangan waktu artikel

dengan penulis terkait dipublikasikan. Warna kuning menunjukkan artikel baru dipublikasikan sekitar tahun 2020, warna hijau menunjukkan artikel dipublikasikan sekitar tahun 2018, dan seterusnya. Mantri, archana adalah penulis dengan warna kuning, artinya Mantri, archana telah mempublikasikan beberapa artikelnya sekitar tahun 2020. Sedangkan artikel yang telah lama dipublikasikan pada bidang ini ditulis oleh Salinas, patricia.

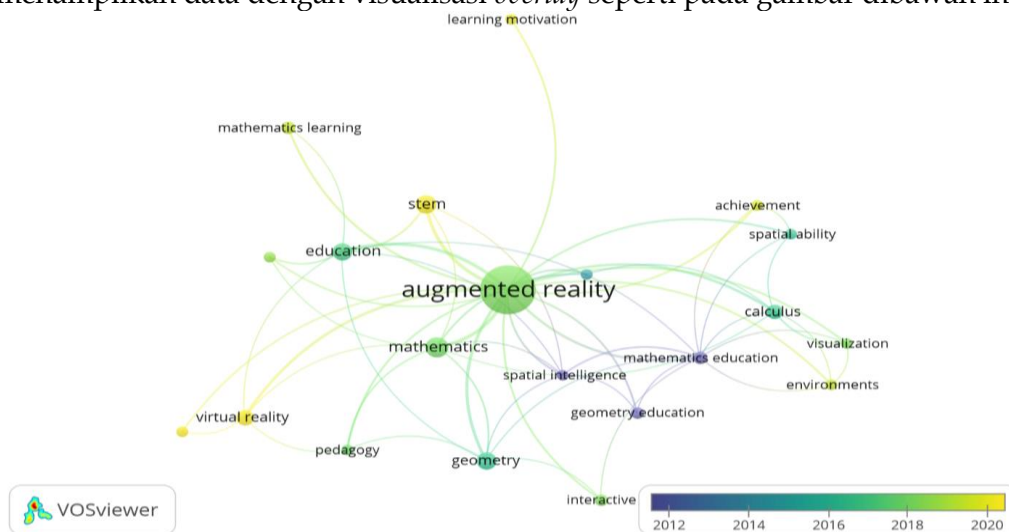
Kemunculan Bersama kata kunci dari Penulis



Gambar 7. Visualisasi *network* terhadap kemunculan bersama kata kunci penulis

Pada gambar diatas ditampilkan tampilan secara visualisasi *network* terhadap kemunculan bersama kata kunci penulis. Peneliti menggunakan ambang batas pada tahap ini, yaitu jumlah minimum kemunculan bersama adalah 4. Dari 234 kata kunci, 21 kata kunci yang memenuhi ambang batas tersebut. *Augmented reality* menempati urutan pertama dengan 128 kemunculan, dan 82 total kekuatan tautan, diurutkan kedua ada kata kunci *education*, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, *mathematics*, *stem*, *geometry*, *mathemathic education*, *virtual reality*, *calculus*, *spatial intelligent*, *stem education*, *engineering education*, *interactive*, *mathematics learning*, *stem-competence*, *geometry education*, *geometry learning*, *learning*, *environment*, *visualization*, *spatial ability*, dan *technology*.

Pada gambar 7 diatas, terdapat beberapa warna yang menunjukkan kluster dari kata kunci yang sering dikaitkan satu dengan yang lain. Klaster pertama atau yang terbesar adalah warna merah yaitu, *augmented reality*, *education*, *mathematics learning*, dan *stem*. Selanjutnya peneliti menampilkan data dengan visualisasi *overlay* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 8. Visualisasi *overlay* terhadap kemunculan bersama kata kunci penulis

Pada gambar 8 diatas ditampilkan data kemunculan bersama kata kunci penulis dengan visualisasi *overlay*. Warna kuning adalah kata kunci dengan publikasi terbaru, artinya kata kunci *stem*, *virtual reality*, *teaching*, *learning motivation*, *achievement*, *environment* dan *stem* merupakan kata kunci dari artikel yang baru dipublikasikan sekitar tahun 2020. Dimana kata kunci telah mengalami perubahan istilah seiring dengan berjalannya waktu, dari kata kunci pada tahun yang lama (2012) seperti *spatial intelligence* berubah menjadi *spatial ability*. Penelitian tentang *stem* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *learning motivation*, *achievement*, *spatial ability*. Kemudian penelitian tentang *virtual reality* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *interactive*, *technology* dan *mathematics education*. Artinya ini adalah gap yang bisa membuat penulis, pembaca dan para peneliti dibidang ini dapat melakukan penelitian lebih lanjut.

Diskusi

Pada penelitian ini, membahas mengenai publikasi terkait *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika yang diambil dari database dimensions dianalisis dan divisualisasikan melalui metode analisis bibliometrik *deskriptif* dan *evaluative* seperti pasangan bibliografi negara, pasangan bibliografi Lembaga, pasangan bibliografi jurnal, pasangan bibliografi publikasi, pasangan bibliografi penulis, dan kemunculan Bersama kata kunci penulis.

Pada pasangan bibliografi negara, dalam hal total kekuatan tautan, Indonesia menempati urutan pertama. Kemudian, diurutan kedua ditempati oleh negara Amerika Serikat, meskipun berada di urutan kedua dalam hal total kekuatan tautan, Amerika Serikat menempati urutan pertama dalam hal jumlah kutipan. Negara-negara yang berpengaruh lainnya terhadap bidang ini yaitu: Mexico, Malaysia, India, Jerman, China, Taiwan, Spanyol, Cyprus, Australia, Belanda, Italia , Inggris, Peru, Ecuador, dan Selandia baru. Pada kluster pertama atau yang terbesar dalam hal intensitas tautan satu dengan lainnya adalah Indonesia, China, Jerman, India, Malaysia, Belanda, dan Selandia Baru. Kluster kedua yaitu, Ecuador, Italia, Mexsico, Peru, dan Spanyol. Australia, Cyprus, dan Taiwan di klaster ketiga dan yang terakhir ada Inggris dan Amerika Serikat di klaster keempat.

Pada pasangan bibliografi Lembaga, Beijing Normal University (China) menempati urutan pertama yang berpengaruh pada bidang ini. Kemudian diikuti Chitkara University (India) di urutan kedua, Indian Institute of Technology Bombay (India) diurutan ketiga, National Taiwan Normal University (Taiwan) diurutan keempat, Indonesia University of Education (Indonesia) diurutan kelima, selanjutnya ada lembaga European University Cyprus (Cyrus), Monterrey Institute of Technology an Higher Education (Mexico), Eindhoven University of Technology (Belanda), University of Auckland (Selandia Baru), Brigham Young University (Amerika Serikat), National Univertity of Malaysia (Malaysia), Yogyakarta State University (Indonesia), University of Technology Malaysia (Malaysia), State University of Semarang (Indonesia), State University of Padang (Indonesia), Ruhr University Bochum (Jerman).

Journal of Physics Conference Series menempati urutan teratas yang berpengaruh pada bidang *augmented reality* dalam Pendidikan Matematika, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, *Interactive Learning Environments*, *Education Sciences*, *Education and Information Technologies*, *Lecture Notes in Computer Science*, *Procedia Computer Science*, and *Communications In Computer and Information Science*. Pada pasangan bibliografi publikasi, Ibáñez (2018) menempati urutan pertama dengan publikasi yang paling berpengaruh pada bidang ini, diurutan kedua ada Bujak (2013) dan diikuti oleh Sommerauer (2014), Lin (2013), Karim (2015), Sirakaya (2020), Cai (2018), dan Hsu (2016).

Salinas, patricia (Inggris) menempati urutan pertama yang berpengaruh pada bidang ini, diurutan kedua ada Cai,su, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, González-mendívil, Eduardo, kemudian Mantri, archana, dan Quintero. Mantri, archana telah mempublikasikan

beberapa artikelnya sekitar tahun 2020. Sedangkan artikel yang telah lama dipublikasikan pada bidang ini ditulis oleh Salinas, patricia.

Pada kemunculan bersama kata kunci penulis. Kata kunci *Augmented reality* menempati urutan pertama, diurutkan kedua ada kata kunci *education*, selanjutnya secara berturut-turut yaitu, *mathematics*, *stem*, *geometry*, *mathematic education*, *virtual reality*, *calculus*, *spatial intelligent*, *stem education*, *engineering education*, *interactive*, *mathematics learning*, *stem-competence*, *geometry education*, *geometry learning*, *learning*, *environment*, *visualization*, *spatial ability*, dan *technology*. Klaster pertama atau yang terbesar yaitu, *augmented reality*, *education*, *mathematics learning*, dan *stem*, kata kunci *stem*, *virtual reality*, *teaching*, *learning motivation*, *achievement*, *environment*, dan merupakan kata kunci dari artikel yang baru dipublikasikan sekitar tahun 2020. Dimana kata kunci telah mengalami perubahan istilah seiring dengan berjalannya waktu, dari kata kunci pada tahun yang lama (2012) seperti *spatial intelligence* berubah menjadi *spatial ability*. Penelitian tentang *stem* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *learning motivation*, *achievement*, *spatial ability*. Kemudian penelitian tentang *virtual reality* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *interactive*, *technology* dan *mathematics education*. Artinya ini adalah gap yang bisa membuat penulis, pembaca dan para peneliti dibidang ini dapat melakukan penelitian lebih lanjut.

Pada penelitian analisis bibliometrik ini mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karakus et al (2019) yaitu hanya terdapat perbedaan pada judul penelitian saja, penelitian yang dilakukan oleh karakus et al, hanya membahas Pendidikan secara umum tidak membahas Pendidikan Matematika secara khusus, tetapi kesamaan penelitian yaitu dari kata kunci yang ditemukan, pada penelitian yang dilakukan karakus et al, kata kunci yang sering muncul adalah realitas virtual, pembelajaran seluler, lingkungan, virtual, e learning, ini serupa dengan apa yang didapatkan pada penelitian ini yaitu dengan didapatkan nya kata kunci yang sama seperti *virtual relity* (realitas virtual), *environment* (lingkungan), *learning*, *interactive learning*, dan *technology*. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Santosa et al (2021) terdapat perbedaan dan kesamaan, perbedaan terletak pada sumber data yang didapatkan, tetapi hasil bahwa indonesia merupakan negara yang berpengaruh pada penelitian AR menunjukkan hasil yang sama.

Simpulan

Berdasarkan hasil dan diskusi, diperoleh kesimpulan yaitu, negara Indonesia dan Amerika Serikat (berdasarkan pasangan bibliografi negara), *Journal of Physics Conference Series* (berdasarkan pasangan bibliografi jurnal), publikasi Ibáñez (2018) (berdasarkan pasangan bibliografi publikasi), dan Salinas, patricia (Inggris) (berdasarkan pasangan bibliografi penulis) menjadi yang paling berpengaruh pada bidang *Augmented Reality* dalam Pendidikan Matematika. Pembelajaran *stem* dan materi geometri menjadi kata kunci yang sering muncul dalam bidang ini. Penelitian tentang *stem* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *learning motivation*, *achievement*, dan *spatial ability*. Kemudian penelitian tentang *virtual reality* belum secara langsung melibatkan variabel lain seperti *interactive*, *technology* dan *mathematics education*. Artinya ini adalah gap yang bisa membuat penulis, pembaca dan para peneliti dibidang ini dapat melakukan penelitian lebih lanjut. Oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya disarankan agar membahas tentang bidang tersebut dan juga pada bidang Pendidikan yang lainnya.

Daftar Rujukan

Abouzid, M., Glówka, A. K., & Karaźniewicz, M. (2021). Trend research of vitamin D receptor: Bibliometric analysis. *Health Informatics Journal*, 27(4), 1-14.

- Alamäki, A., Dirin, A., & Suomala, J. (2021). Students' expectations and social media sharing in adopting augmented reality. *International Journal of Information and Learning Technology*, 38(2), 196–208.
- Almenara, J. C., & Vila, R. R. (2019). The motivation of technological scenarios in Augmented Reality (AR): Results of different experiments. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(14), 1–16.
- Castañeda, M. A., Guerra, A. M., & Ferro, R. (2018). Analysis on the gamification and implementation of Leap Motion Controller in the I.E.D. Técnico industrial de Tocancipá. *Interactive Technology and Smart Education*, 15(2), 155–164.
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An overview of augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2), 0–5.
- Dewi, P. S., Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Prima, E. C. (2021). Web-Based Inquiry in Science Learning: Bibliometric Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 191–203.
- 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.
- Eck, N. J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, 111(2), 1053–1070.
- Eck, N. J. van, & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Garfield, E. (2009). From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics*, 3(3), 173–179.
- Garrett, B. M., Jackson, C., & Wilson, B. (2015). Augmented reality m-learning to enhance nursing skills acquisition in the clinical skills laboratory. *Interactive Technology and Smart Education*, 12(4), 298–314.
- Guleria, D., & Kaur, G. (2021). Bibliometric analysis of ecopreneurship using VOSviewer and RStudio Bibliometrix, 1989–2019. *Library Hi Tech*, 39(4), 1001–1024.
- 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.
- Hanid, M. F. A., Said, M. N. H. M., Yahaya, N., & Abdullah, Z. (2022). Effects of augmented reality application integration with computational thinking in geometry topics. *Education and Information Technologies*, 27(4), 9485–9521.
- Hedenqvist, C., Romero, M., & Vinuesa, R. (2021). Improving the Learning of Mechanics Through Augmented Reality. *Technology, Knowledge and Learning*, 12(7), 1–22.
- Hsiao, H.-S., & Chang, C.-S. (2016). Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 205–223.
- Huang, T., Zhong, W., Lu, C., Zhang, C., Deng, Z., Zhou, R., ... Luo, X. (2022). Visualized Analysis of Global Studies on Cervical Spondylosis Surgery: A Bibliometric Study Based on Web of Science Database and VOSviewer. *Indian Journal of Orthopaedics*, 56(6), 996–1010.

- Hussein, H. A. A. (2022). Integrating augmented reality technologies into architectural education: application to the course of landscape design at Port Said University. *Smart and Sustainable Built Environment*, 15(4), 1–21.
- 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.
- Khakimova, A. K., Zolotarev, O. V., & Berberova, M. A. (2021). Coronavirus infection study: Bibliometric analysis of publications on COVID-19 using PubMed and Dimensions databases. *Scientific Visualization*, 12(5), 112–129.
- Li, M., & Liu, L. (2022). Students' perceptions of augmented reality integrated into a mobile learning environment. *Library Hi Tech*, 11(2), 1–25.
- Lorenzo, G., Gilabert Cerdá, A., Lorenzo-Lledó, A., & Lledó, A. (2022). The application of augmented reality in the learning of autistic students: a systematic and thematic review in 1996–2020. *Journal of Enabling Technologies*, 16(2), 91–114.
- Marín, J. A., Belmonte, J. L., Campoy, J. M. F., & Rodríguez, J. M. R. (2019). Big Data in Education. A Bibliometric Review. *Social Sciences Article*, 8(8), 223–234.
- Medina, J. B., & Ferrer, J. R. C. (2022). Integrating augmented reality in language learning: pre-service teachers' digital competence and attitudes through the TPACK framework. *Education and Information Technologies*, 27(5), 1–24.
- Muhammad, I., & Yolanda, F. (2022). Minat Belajar Siswa Terhadap Penggunaan Software Adobe Flash Cs6 Profesional Sebagai Media Pembelajaran. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 11(1), 1–12.
- Omurtak, E., & Zeybek, G. (2022). The Effect of Augmented Reality Applications in Biology Lesson on Academic Achievement and Motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, (September), 40–48.
- Orduña-Malea, E., & Costas, R. (2021). Link-based approach to study scientific software usage: the case of VOSviewer. *Scientometrics*, 126(9), 8153–8186.
- Oyewola, D. O., & Dada, E. G. (2022). Exploring machine learning: a scientometrics approach using bibliometrix and VOSviewer. *SN Applied Sciences*, 4(5), 1–18.
- Patzer, B., Smith, D. C., & Keebler, J. R. (2014). Novelty and retention for two augmented reality learning systems. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2014-Janua, 1164–1168.
- Phoong, S. Y., Khek, S. L., & Phoong, S. W. (2022). The Bibliometric Analysis on Finite Mixture Model. *SAGE Open*, 12(2), 1–13.
- Rana, S., & Pragati. (2022). A Bibliometric and Visualization Analysis of Human Capital and Sustainability. *Vision: The Journal of Business Perspective*, 9(7), 1–10.
- Rusydiana, A., Taqi, M., Firmansyah, I., Assalafiyah, A., & Kustiningsih, N. (2021). A Bibliometric Analysis of Islamic Accounting Research Indexed by Dimensions . ai. *Library Philosophy and Practice*, 57(3), 1–15.
- Santos, M. E. C., Lübke, A. in W., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., &

- Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1), 1–23.
- 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.
- Sarkar, P., Kadam, K., & Pillai, J. S. (2020). Learners' approaches, motivation and patterns of problem-solving on lines and angles in geometry using augmented reality. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1–23.
- Shah, S. H. H., Lei, S., Ali, M., Doronin, D., & Hussain, S. T. (2020). Prosumption: bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. *Kybernetes*, 49(3), 1020–1045.
- Sovacool, B. K., Daniels, C., & AbdulRafiu, A. (2022). Science for whom? Examining the data quality, themes, and trends in 30 years of public funding for global climate change and energy research. *Energy Research & Social Science*, 89(4), 1–20.
- Sungkur, R. K., Panchoo, A., & Bhoyroo, N. K. (2016). Augmented reality, the future of contextual mobile learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 13(2), 123–146.
- Wang, W., Dong, X., Qu, J., Lin, Y., & Liu, L. (2021). Bibliometric Analysis of Microtia-Related Publications From 2006 to 2020. *Ear, Nose and Throat Journal*, 19(1), 1–5.
- 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.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472.
- Zyoud, S. H., Al-Jabi, S. W., & Sweileh, W. M. (2015). Worldwide research productivity of paracetamol (acetaminophen) poisoning: A bibliometric analysis (2003-2012). *Human and Experimental Toxicology*, 34(1), 12–23.
- Zyoud, Sa'ed H., Shakhshir, M., Koni, A., Shahwan, M., Jairoun, A. A., & Al-Jabi, S. W. (2022). Olfactory and Gustatory Dysfunction in COVID-19: A Global Bibliometric and Visualized Analysis. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 44(8), 1–9.
- Zyoud, Waring, W. S., Al-Jabi, S. W., & Sweileh, W. M. (2017). Global research production in glyphosate intoxication from 1978 to 2015: A bibliometric analysis. *Human and Experimental Toxicology*, 36(10), 997–1006.