



EDUTECH

Jurnal Teknologi Pendidikan

Journal homepage <https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech>



Emerging Technologies in Pre-Service Teacher Education: A Bibliometric Mapping of Global Research Trends (2015–2024)

Ardiansah & Gema Rullyana
Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia
Correspondence: E-mail: ardiansah@upi.edu

ABSTRACT	ARTICLE INFO
<i>The integration of emerging technologies into pre-service teacher education has become an increasingly prominent focus in educational research. To capture the state of the art in this field, this study conducted a bibliometric analysis of 1,477 Scopus-indexed journal articles published between 2015 and 2025. Statistical and visual analyses of the retrieved literature indicate a steady growth in publications, with notable peaks coinciding with the COVID-19 pandemic, which accelerated digital adoption in teacher training. The findings reveal that the most influential authors and frameworks, particularly TPACK, continue to shape scholarly discourse, while cutting-edge technologies such as artificial intelligence, virtual and augmented reality, gamification, and learning analytics represent emerging themes. Co-occurrence and clustering analyses identified seven major thematic groups, spanning from advanced digital tools and instructional applications to teacher preparation, digital competence, and blended learning contexts. These clusters highlight the multidimensional nature of technology integration, linking innovative digital practices with pedagogical and institutional concerns. Moreover, the collaboration network analysis shows strong international partnerships, with the United States, Australia, China, and several European and Asian countries acting as central hubs. This study contributes to the field by providing a comprehensive mapping of global research trends, intellectual structures, and future directions in pre-service teacher education and emerging technologies. The results offer valuable insights for scholars, policymakers, and practitioners seeking to design adaptive and evidence-based teacher preparation programs that align with the demands of 21st-century education.</i>	Article History: Submitted/Received 12 April 2025 First Revised 26 Mei 2026 Accepted 15 June 2026 First Available online 30 June 2026 Publication Date 30 June 2026 Keyword: Emergin g technologies; pre-service teacher education; bibliometrics; Research Trends

ABSTRAK

Integrasi teknologi baru ke dalam pendidikan calon guru telah menjadi fokus yang semakin menonjol dalam penelitian pendidikan. Untuk memotret perkembangan terkini di bidang ini, penelitian ini melakukan analisis bibliometrik terhadap 1.477 artikel jurnal terindeks Scopus yang diterbitkan antara tahun 2015 dan 2025. Analisis statistik dan visual terhadap literatur yang diperoleh menunjukkan pertumbuhan publikasi yang stabil, dengan lonjakan signifikan yang bertepatan dengan pandemi COVID-19—peristiwa yang mempercepat adopsi teknologi digital dalam pelatihan guru. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa penulis dan kerangka kerja yang paling berpengaruh, khususnya TPACK, terus membentuk diskursus ilmiah, sementara teknologi mutakhir seperti kecerdasan buatan (AI), *virtual reality* dan *augmented reality*, gamifikasi, serta analitik pembelajaran muncul sebagai tema-tema baru yang penting. Analisis ko-okurensi dan klusterisasi mengidentifikasi tujuh kelompok tematik utama, mulai dari perangkat digital canggih dan aplikasi instruksional hingga persiapan guru, kompetensi digital, dan konteks pembelajaran campuran (*blended learning*). Klaster-klaster ini menyoroti sifat multidimensi dari integrasi teknologi, yang menghubungkan praktik digital inovatif dengan aspek pedagogis dan kelembagaan. Selain itu, analisis jaringan kolaborasi menunjukkan adanya kemitraan internasional yang kuat, dengan Amerika Serikat, Australia, Tiongkok, serta beberapa negara Eropa dan Asia berperan sebagai pusat utama. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi bidang terkait dengan menyajikan pemetaan komprehensif mengenai tren penelitian global, struktur intelektual, dan arah masa depan dalam pendidikan calon guru dan teknologi baru. Hasil penelitian ini menawarkan wawasan berharga bagi para akademisi, pembuat kebijakan, dan praktisi yang ingin merancang program persiapan guru yang adaptif dan berbasis bukti, yang selaras dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

© 2025 Teknologi Pendidikan UPI

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital yang sangat pesat dalam satu dekade terakhir telah membawa perubahan mendasar pada berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk sektor pendidikan. Pendidikan guru, khususnya tahap persiapan bagi pre-service teachers, merupakan salah satu bidang yang paling terdampak oleh transformasi ini (Aleksieva, 2025). Para pakar menegaskan bahwa guru masa depan perlu dibekali bukan hanya dengan pengetahuan pedagogis dan materi ajar, melainkan juga keterampilan untuk mengintegrasikan teknologi baru secara bermakna ke dalam praktik profesional mereka (Abedi, 2024; Kali et al., 2019; Mishra, 2019). Pergeseran paradigma ini menegaskan urgensi untuk merancang ulang program pendidikan guru agar tetap relevan dengan tuntutan sistem pendidikan abad ke-21.

Salah satu perkembangan penting dalam konteks ini adalah munculnya berbagai emerging technologies seperti artificial intelligence/AI, virtual reality/VR, realitas augmented reality/AR), mixed reality/MR, chatbot, gamifikasi, mobile learning, blockchain, metaverse, hingga learning analytics. Teknologi-teknologi ini dikategorikan sebagai emerging karena sifatnya yang relatif baru, adaptif, serta memiliki potensi transformatif dalam membentuk kembali praktik pengajaran dan pembelajaran (Redecker, 2017; Zawacki-Richter et al., 2024). Contohnya, perangkat berbasis AI memungkinkan pemberian umpan balik otomatis dan jalur pembelajaran adaptif, sementara simulasi VR dan AR memberikan kesempatan bagi calon guru untuk berlatih manajemen kelas dalam lingkungan imersif yang terkendali (Guan et al., 2025; Hong et al., 2025). Strategi gamifikasi dimanfaatkan untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan (Guerrero Puerta, 2024), sedangkan learning analytics menghasilkan wawasan berbasis data tentang efektivitas pengajaran dan pola belajar siswa (Salas-Pilco et al., 2022; Wang et al., 2025).

Inovasi-inovasi ini membuka peluang untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, personal, dan autentik bagi calon guru. Namun demikian, meskipun hasil awal cukup menjanjikan, penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi baru dalam pendidikan calon guru masih belum merata dan cenderung terfragmentasi antarnegara maupun antar lembaga (H. Zhang & Tian, 2025). Literatur menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih berupa studi kasus atau proyek percontohan dengan manfaat terbatas, sementara adopsi sistematis ke dalam kurikulum pendidikan guru masih jarang ditemukan (Tondeur et al., 2012; Weisberg & Dawson, 2023).

Dari sisi teoretis, integrasi teknologi dalam pendidikan guru banyak dianalisis menggunakan kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) (Koehler et al., 2009). TPACK menekankan keterkaitan kompleks antara teknologi, pedagogi, dan konten pengetahuan, dan telah menjadi acuan utama bagi pengembangan profesional calon guru. Demikian pula, diskursus mengenai kompetensi digital menegaskan pentingnya bukan hanya keterampilan teknis, tetapi juga aspek kritis, etis, dan pedagogis dalam penggunaan teknologi di kelas (Falloon, 2020). Walaupun kerangka ini tetap relevan, sebagian besar fokusnya masih pada perangkat digital yang sudah mapan. Perhatian terhadap potensi disrupsi dari teknologi baru seperti AI, VR, atau blockchain dalam pendidikan calon guru masih terbatas (Kaur et al., 2025; Moravec & Martínez-Bravo, 2023).

Pandemi COVID-19 semakin memperkuat urgensi isu ini. Peralihan mendadak menuju pembelajaran daring dan hibrida memaksa program pendidikan guru di seluruh dunia untuk mengintegrasikan platform digital, simulasi berbasis teknologi, serta sistem bimbingan belajar berbasis AI. Perubahan ini menyingkap peluang sekaligus tantangan: di satu sisi teknologi mendukung kelanjutan pembelajaran, tetapi di sisi lain memperlihatkan kesenjangan akses, literasi digital, dan kesiapan institusional.

Akibatnya, perhatian ilmiah terhadap peran teknologi baru dalam pendidikan calon guru meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir, sejalan dengan diskursus transformasi digital pendidikan tinggi secara global (Pathiranage & Karunaratne, 2023; Saboowala & Manghirmalani Mishra, 2021).

Meskipun jumlah publikasi meningkat, literatur di bidang ini masih bersifat tersebar pada beragam jurnal dan disiplin ilmu, mulai dari teknologi dalam pendidikan, pendidikan guru, hingga psikologi dan ilmu komputer. Kajian terdahulu umumnya berfokus pada perangkat tertentu, konteks spesifik, atau intervensi pedagogis terbatas, sehingga menghasilkan wawasan yang bernilai tetapi tetap parsial (Fernández-Otoya et al., 2024). Upaya sistematis untuk memetakan lanskap penelitian global, mengidentifikasi tema dominan, dan menyoroti area yang belum banyak dijelajahi masih jarang dilakukan. Pencarian awal di basis data Scopus mengonfirmasi hal ini: studi bibliometrik yang membahas irisan antara teknologi baru dan pendidikan calon guru masih sangat terbatas, dan mayoritas publikasi bersifat eksploratif alih-alih menyajikan pemetaan komprehensif.

Kesenjangan penelitian ini menegaskan perlunya pendekatan bibliometrik yang mampu mensintesis literatur terfragmentasi sekaligus mengungkap struktur, dinamika, dan arah perkembangan bidang ini. Analisis bibliometrik sebagai metode kuantitatif sistematis memungkinkan evaluasi publikasi akademik melalui berbagai indikator, termasuk penulis, jurnal, institusi, negara, kata kunci, dan pola sitasi (Donthu et al., 2021). Selain itu, teknik seperti analisis kolaborasi penulis, ko-occurrence kata kunci, dapat digunakan untuk memetakan struktur konseptual dan intelektual suatu bidang (Zupic & Čater, 2015). Dalam konteks pendidikan calon guru, pendekatan ini memberikan peluang untuk memahami bagaimana riset tentang teknologi baru berkembang, siapa aktor kunci yang mendorongnya, serta topik-topik mana yang masih kurang dieksplorasi.

Sejalan dengan itu, studi ini bertujuan untuk menyajikan pemetaan bibliometrik komprehensif atas literatur terkait teknologi baru dalam pendidikan calon guru, dengan cakupan waktu 2015 hingga 2024. Data diambil dari basis Scopus, dengan analisis berfokus pada tren publikasi, penulis dan negara paling produktif, artikel dan jurnal paling berpengaruh, serta kluster tematik yang dihasilkan dari jaringan ko-occurrence kata kunci. Secara khusus, penelitian ini berusaha menjawab pertanyaan riset berikut:

RQ1: Bagaimana tren publikasi mengenai teknologi baru dalam pendidikan calon guru?

RQ2: Siapa saja penulis, artikel, jurnal, dan negara yang paling berpengaruh dalam bidang ini?

RQ3: Apa kata kunci dominan dan kluster tema utama yang membentuk literatur ini?

RQ4: Bagaimana arah penelitian masa depan terkait penggunaan teknologi baru dalam pendidikan guru?

2. METODE

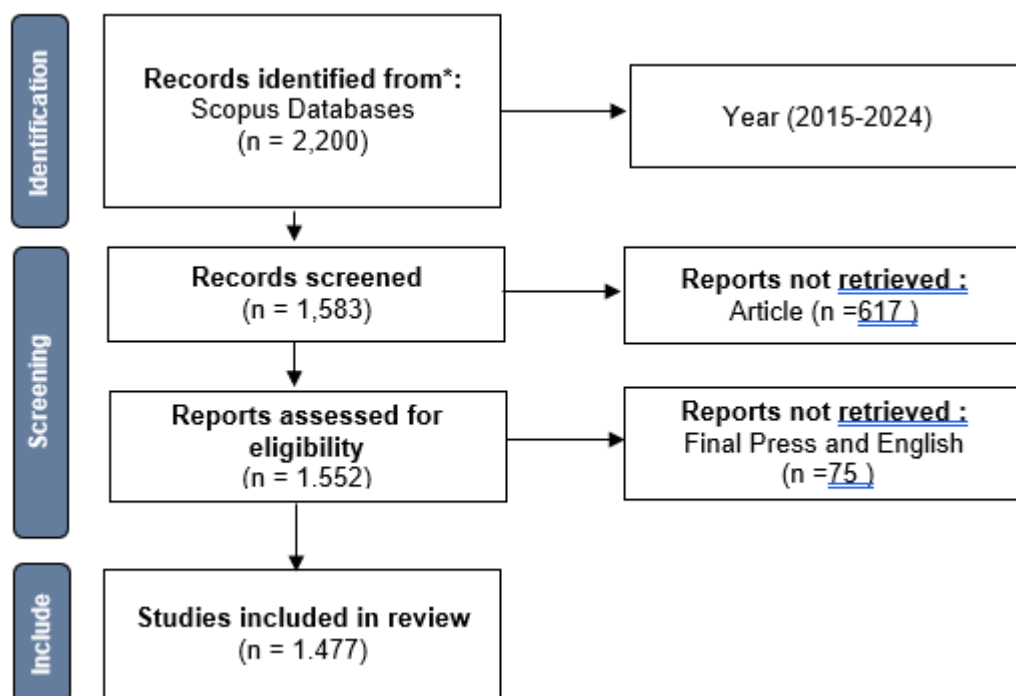
Studi ini menerapkan pendekatan bibliometrik untuk menelaah secara sistematis perkembangan penelitian global mengenai integrasi teknologi baru dalam pendidikan calon guru. Data bersumber dari Scopus, yang diakui sebagai salah satu basis data bibliografi dan sitasi ilmiah paling komprehensif dengan cakupan multidisipliner yang luas serta kualitas pengindeksan tinggi (Baas et al., 2020; Prancutė, 2021). Metadata Scopus meliputi jenis dokumen, tahun publikasi, bidang ilmu, jurnal, penulis, afiliasi, negara, bahasa, abstrak, kata kunci, dan sitasi, memungkinkan analisis mendalam atas tren publikasi, jejaring kolaborasi, dan struktur konseptual penelitian. Tujuan penelitian ini adalah menyajikan pemetaan menyeluruh atas diskursus ilmiah terkait pemanfaatan

teknologi mutakhir, seperti kecerdasan buatan, realitas virtual dan campuran, gamifikasi, mobile learning, blockchain, serta learning analytics, dalam konteks pendidikan calon guru. Hingga kini, kajian bibliometrik komprehensif pada persilangan tema tersebut masih sangat terbatas.

Data diambil pada tanggal 5 September 2025 melalui kolom judul, abstrak, dan kata kunci (TITLE-ABS-KEY). Strategi pencarian menggunakan rumusan Boolean sebagai berikut: TITLE-ABS-KEY (("pre-service teacher*" OR "preservice teacher*" OR "student teacher*" OR "teacher candidate*") AND ("technolog*" OR "technology integration" OR "artificial intelligence" OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality" OR "chatbot*" OR "robotic*" OR "blockchain" OR "gamification" OR "metaverse" OR "mobile learning" OR "immersive learning" OR "adaptive learning system*" OR "learning analytics" OR "digital simulation*" OR "intelligent tutoring system*") AND ("teacher training" OR "teacher education" OR "teacher preparation")) AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

Query pencarian tersebut dirancang untuk menjaring publikasi yang menelaah integrasi teknologi baru dalam pendidikan calon guru sepanjang periode 2015–2024. Hasil awal menghasilkan 2.200 dokumen. Untuk memastikan kualitas dan relevansi, proses seleksi dilakukan secara bertahap. Pertama, hanya artikel jurnal ilmiah yang dipertahankan, sementara makalah konferensi, bab buku, editorial, dan ulasan literatur dikeluarkan, sehingga tersisa 1.583 artikel. Kedua, penyaringan dilakukan pada tahap publikasi, di mana hanya dokumen berstatus Final (telah terbit penuh dan siap sitasi) yang disertakan, menghasilkan 1.552 artikel. Ketiga, dokumen nonbahasa Inggris dihapus, menyisakan 1.477 artikel sebagai dataset utama untuk analisis bibliometrik. Rangkaian tahapan seleksi ini divisualisasikan pada Gambar 1.

Figure 1. The PRISMA Flow Chart.



Data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan beberapa perangkat lunak pendukung. VOSviewer versi 1.6.20 digunakan untuk eksplorasi ko-occurrence kata kunci, serta klasterisasi tematik. Microsoft Excel 365 dimanfaatkan untuk pembersihan data dan analisis deskriptif, termasuk tren publikasi tahunan dan distribusi berdasarkan negara maupun jurnal. Sementara itu, Biblioshny (R-Studio) digunakan untuk

memvisualisasikan kolaborasi antarnegara, dan mengevaluasi metrik sitasi penulis, artikel dan jurnal berpengaruh.

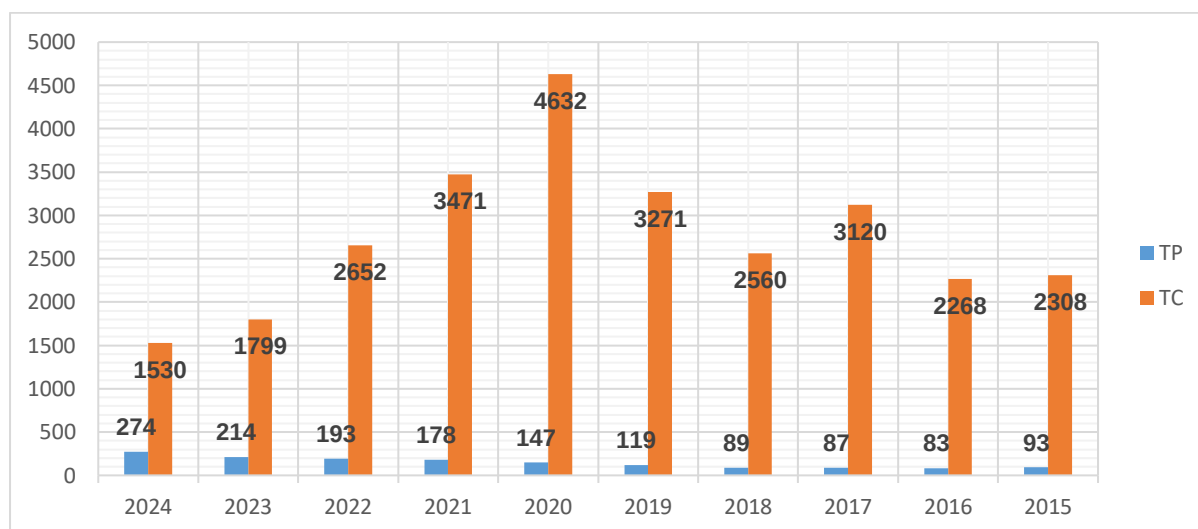
Analisis bibliometrik dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu performance analysis untuk mengidentifikasi penulis, institusi, dan negara paling produktif, serta science mapping untuk mengungkap struktur konseptual dan perkembangan tematik (Donthu et al., 2021). Studi ini diarahkan oleh lima dimensi utama: (1) bibliometrik deskriptif, (2) analisis penulis, paper dan sumber publikasi, (3) analisis ko-occurrence kata kunci, Masing-masing dimensi memberikan perspektif berbeda yang memperkaya pemahaman tentang dinamika penelitian integrasi teknologi baru dalam pendidikan calon guru.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Annual and cumulative publications

Studi ini memulai analisis dengan menelusuri perkembangan kronologis literatur terkait emerging technologies dalam pendidikan calon guru. Pengamatan terhadap jumlah publikasi dan sitasi tahunan memberikan gambaran mengenai pertumbuhan minat akademik terhadap suatu topik (Gu & Blackmore, 2016). Seperti terlihat pada Gambar 2, jumlah publikasi mengalami peningkatan yang signifikan sejak tahun 2019, dengan puncak tertinggi pada tahun 2024 sebanyak 274 publikasi. Sementara itu, jumlah sitasi tertinggi tercatat pada tahun 2020, yakni 4.632 sitasi, menunjukkan bahwa artikel-artikel yang terbit pada tahun tersebut memberikan dampak besar terhadap penelitian selanjutnya. Kenaikan drastis selama periode 2019-2024 mengindikasikan lonjakan perhatian ilmiah terhadap integrasi teknologi seperti AI, VR, dan gamifikasi dalam pendidikan guru, kemungkinan besar dipicu oleh kebutuhan inovasi selama pandemi. Temuan ini mempertegas urgensi untuk memetakan lanskap penelitian secara sistematis dan mengidentifikasi tema-tema utama yang berkembang dalam bidang ini.

Figure 2. The development of publication and citation of research emerging technologies in pre-service teacher.



Notes: TP=total number of publications; TC=total citations.

3.1.2. Country Contributions

Analisis bibliometrik terhadap literatur mengenai emerging technologies dalam pendidikan calon guru menunjukkan sebaran geografis yang luas, dengan kontribusi berasal dari lebih dari 94 negara. Sepuluh negara dengan jumlah publikasi terbanyak ditampilkan pada Tabel 1. Amerika Serikat tercatat sebagai kontributor utama dengan 386 dokumen atau 25,32% dari total keseluruhan. Disusul oleh Turki (12,25%), Spanyol (10,36%), dan Australia (9,01%). Negara-negara dari kawasan Eropa dan Asia mendominasi daftar ini, dengan lima dari sepuluh negara teratas berasal dari Asia seperti Turki, China, Indonesia, dan Hong Kong. Temuan ini menunjukkan bahwa negara-negara Asia semakin aktif dalam mengeksplorasi teknologi baru dalam pendidikan guru, yang kemungkinan besar didorong oleh kebijakan pendidikan berbasis transformasi digital serta peningkatan investasi teknologi di sektor pendidikan tinggi. Selain itu, keterlibatan negara-negara dengan sistem pendidikan yang sedang berkembang seperti Indonesia juga menunjukkan peningkatan perhatian terhadap modernisasi pelatihan guru berbasis teknologi. Sebaran global ini mencerminkan bahwa topik ini memiliki relevansi lintas kawasan, baik di negara maju maupun berkembang.

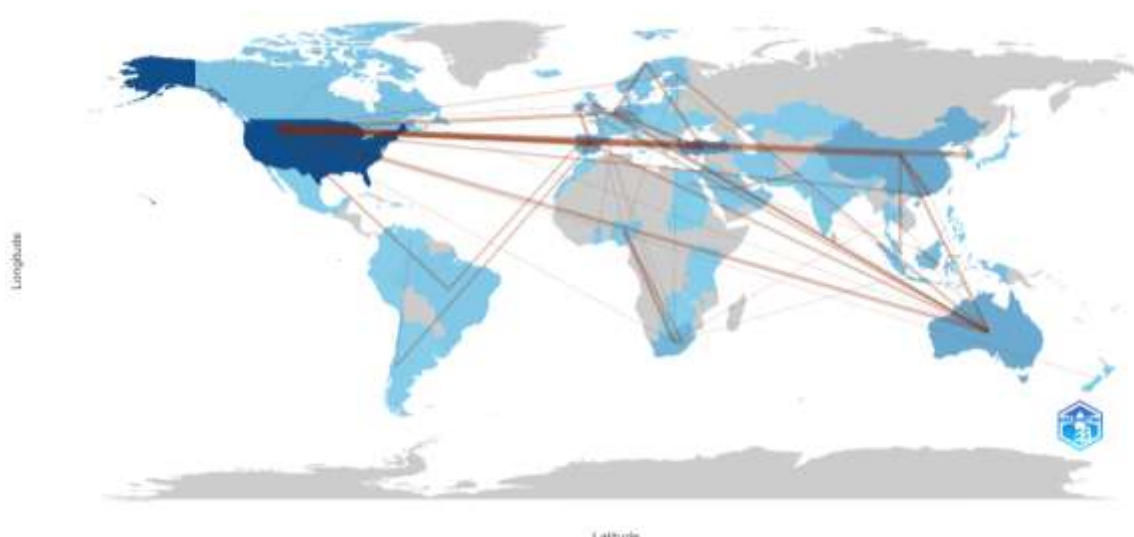
Table 1: Publication on emerging technologies in pre-service teacher research according to countries.

Rank	Country	TP	%
1	United States	386	25.32%
2	Turkey	158	12.25%
3	Spain	113	10.36%
4	Australia	102	9.01%
5	Germany	81	6.16%
6	South Africa	66	4.87%
7	China	54	4.67%
8	Indonesia	47	4.47%
9	United Kingdom	41	4.20%
10	Hong Kong	40	3.72%

Peta kolaborasi internasional yang ditampilkan dalam Gambar 3 menunjukkan adanya jaringan global yang kuat dalam penelitian terkait teknologi baru dalam pendidikan calon guru. Australia dan Amerika Serikat tampak menjadi pusat kolaborasi utama, masing-masing menjalin kemitraan strategis dengan lebih dari 20 negara, termasuk kawasan Asia seperti Hong Kong, Korea Selatan, dan Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa isu integrasi teknologi dalam pendidikan guru menjadi perhatian lintas wilayah.

Cina, Jerman, Inggris, dan Spanyol juga tampil sebagai simpul penting dalam jaringan ini, menandakan distribusi kolaborasi yang cukup merata antara negara-negara di Eropa dan Asia. Inggris, misalnya, memperluas jangkauan kolaborasinya ke negara-negara Afrika seperti Nigeria dan Afrika Selatan, menegaskan posisi historisnya dalam lanskap pendidikan global. Secara umum, intensitas kolaborasi ini mengindikasikan bahwa pengembangan teknologi dalam pendidikan calon guru merupakan upaya kolektif lintas negara. Kolaborasi internasional menjadi kunci dalam memperluas dampak penelitian dan mempercepat adopsi inovasi pendidikan secara global.

Figure 3. Countries' collaboration world map of research emerging technologies in pre-service teacher.



3.2. The most influential authors and papers

Berdasarkan Tabel 4, analisis terhadap penulis paling produktif menunjukkan bahwa Tondeur, J. menempati peringkat teratas dengan total 14 publikasi terkait integrasi teknologi dalam pendidikan calon guru. Disusul oleh Petko, D., Scherer, R dan Valtonen, T. yang masing-masing menerbitkan 7 publikasi. Seluruh penulis yang ditampilkan dalam tabel ini memiliki sedikitnya lima publikasi, menandakan kontribusi konsisten mereka dalam membentuk lanskap penelitian di bidang ini. Kehadiran mereka menunjukkan kepemimpinan akademik yang kuat dan pengaruh berkelanjutan dalam integrasi teknologi baru dalam pendidikan calon guru dimasa depan.

Table 2: Top most productive authors (≥5 publications).

Rank	Authors	TP	Affiliation	Country
1	Tondeur, J.	14	Vrije Universiteit Brussel	Belgium
2	Petko, D.	7	Universität Zürich	Switzerland
3	Scherer, R.	7	Universitetet Oslo	Norway
4	Valtonen, T.	7	Itä-Suomen yliopisto	Finland
5	Baran, E.	6	Iowa State University	United States
6	Bower, M.	6	Macquarie University	Australia
7	Hall, J.A.	6	SUNY Cortland	United States
8	Hatlevik, O.E.	6	OsloMet – StorbyUniversitetet	Norway
9	Jita, T.	6	University of the Free State	South Africa
10	Siddiq, F.	6	University of South-Eastern Norway	Norway
11	Teo, T.	6	Chinese University of Hong Kong	Hong Kong

Lebih lanjut, analisis sitasi terhadap artikel yang paling berpengaruh (Gambar 2) menunjukkan bahwa publikasi berjudul " COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices" menempati posisi tertinggi dengan 661 sitasi. Artikel ini memberikan tinjauan literatur tentang praktik pengajaran dan

pembelajaran daring dalam pendidikan calon guru. Temuan ini menyoroti perlunya pandangan komprehensif tentang pedagogi pendidikan daring yang mengintegrasikan teknologi untuk mendukung pengajaran dan pembelajaran (Carrillo & Flores, 2020).

Table 3: Top 10 most influential articles based on citation scores.

Rank	Paper	Authors	Journal	Total Citations	TC per Year
1	COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices	(Carrillo & Flores, 2020)	European Journal of Teacher Education	661	110.17
2	Newly qualified teachers' professional digital competence: implications for teacher education	(Gudmundsdottir & Hatlevik, 2018)	European Journal of Teacher Education	368	46
3	Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education	(Instefjord & Munthe, 2017)	Teaching and Teacher Education	331	36.78
4	Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum	(J. Kim, 2020)	International Journal of Early Childhood	317	52.83
5	A review of research exploring teacher preparation for the digital age	(Starkey, 2020)	Cambridge Journal of Education	280	46.67
6	Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching	(C. Kim et al., 2015)	Computers & Education	257	23.36
7	Generation z's teachers and their digital skills	(Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016)	Comunicar	254	25.4
8	Technology integration of pre-service teachers explained by	(Farjon et al., 2019)	Computers & Education	233	33.29

Rank	Paper	Authors	Journal	Total Citations	TC per Year
	attitudes and beliefs, competency, access, and experience				
9	A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies	(Tondeur et al., 2018)	Computers & Education	221	27.63
10	Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills	(Häkkinen et al., 2017)	Teachers and Teaching	217	24.11

Selanjutnya analisis terhadap sumber publikasi (Table 4) yang paling berpengaruh berdasarkan skor sitasi menunjukkan bahwa *Computers and Education* menempati peringkat teratas dengan total sitasi 2.750 dan 40 publikasi sejak 2015, menegaskan dominasinya dalam kajian teknologi dalam pendidikan. Disusul oleh *Australasian Journal of Educational Technology* dan *British Journal of Educational Technology*, keduanya konsisten menjadi wadah utama untuk penelitian integrasi teknologi dalam pendidikan guru. Sementara itu, *Education and Information Technologies* serta *Education Sciences* juga memperlihatkan kontribusi signifikan dengan jumlah artikel dan sitasi yang tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa penelitian terkait emerging technologies dalam pendidikan calon guru terkonsentrasi pada jurnal-jurnal inti bidang teknologi dalam pendidikan, yang sekaligus berperan penting dalam membentuk arah penelitian global.

Table 4: Top 10 most sources based on citation scores.

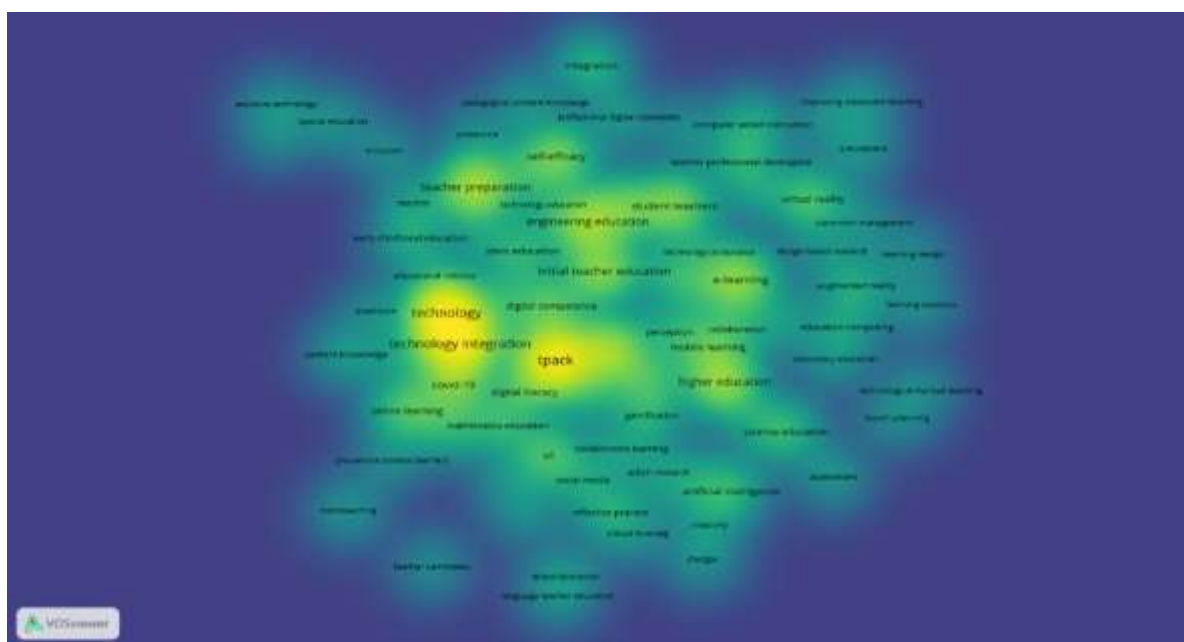
Rank	Source	h_index	g_index	TC	NP	PY_start
1	Computers And Education	27	40	2750	40	2015
2	Australasian Journal Of Educational Technology	18	32	1233	32	2015
3	British Journal Of Educational Technology	18	24	1296	24	2016
4	Education And Information Technologies	16	26	872	57	2016
5	Education Sciences	15	30	999	62	2017
6	Journal Of Digital Learning In Teacher Education	13	19	420	27	2015
7	Teaching And Teacher Education	12	18	695	18	2016

Klaster ketiga memuat tema terkait kompetensi pedagogis dan konteks pendidikan khusus, seperti teacher preparation, pedagogy, self-efficacy, serta special education. Klaster keempat didominasi istilah yang berkaitan dengan praktik pelatihan guru, misalnya practicum, microteaching, distance education, dan TPACK. Sementara itu, klaster kelima berfokus pada digital competence, initial teacher education, student teachers, dan technology education, yang menggarisbawahi isu kompetensi profesional calon guru. Klaster keenam menampilkan kata kunci seperti digital literacy, educational technology, teacher candidates, dan engineering education, yang menghubungkan literasi digital dengan bidang ilmu spesifik. Akhirnya, klaster ketujuh lebih menekankan aspek sosial dan reflektif, mencakup blended learning, ICT, social media, reflective practice, serta telecollaboration.

Selanjutnya gambar 5 menyajikan density visualization dari analisis *co-occurrence keywords* yang memetakan intensitas penelitian pada topik integrasi teknologi dalam pendidikan calon guru. Warna kuning terang menandai kata kunci dengan frekuensi kemunculan tertinggi dan hubungan paling kuat dalam jaringan, sedangkan area hijau hingga biru menunjukkan kata kunci dengan keterkaitan yang lebih lemah. Terlihat jelas bahwa istilah seperti “technology,” “technology integration,” “TPACK,” dan “initial teacher education” menempati pusat peta dengan tingkat densitas tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tema tersebut menjadi fondasi utama diskursus akademik di bidang ini.

Selain itu, kata kunci seperti “e-learning,” “higher education,” “student teachers,” dan “virtual reality” muncul dengan densitas menengah, menandakan perannya yang semakin penting dalam riset mutakhir. Sementara itu, istilah-istilah seperti “microteaching,” “telecollaboration,” atau “assistive technology” berada di area biru, menandakan topik yang masih berkembang namun berpotensi menjadi fokus penelitian di masa depan. Visualisasi ini menggarisbawahi bahwa penelitian terkini berpusat pada integrasi kerangka pedagogis (TPACK) dengan teknologi digital, sekaligus membuka ruang eksplorasi lebih jauh pada tema-tema baru yang masih relatif kurang dieksplorasi.

Figure 5. Density visualization map of keywords co-occurrence



Studi bibliometrik ini memetakan perkembangan penelitian tentang integrasi teknologi baru dalam pendidikan calon guru berdasarkan 1.477 artikel terindeks Scopus periode 2015–2025. Analisis mencakup tren publikasi, produktivitas penulis, jurnal, dan negara, serta struktur konseptual bidang melalui analisis co-occurrence, sehingga memberikan gambaran utuh tentang evolusi bidang ini selama satu dekade sekaligus arah pengembangannya ke depan.

Jumlah publikasi meningkat secara konsisten, dengan lonjakan tajam pada 2019–2024 dan puncak pada 2024 ($n=274$). Pola ini bersamaan dengan pandemi COVID-19 yang mendorong percepatan adopsi teknologi digital, pembelajaran daring, dan pelatihan virtual bagi calon guru. Publikasi tahun 2020 memperoleh sitasi tertinggi (4.632), yang menunjukkan besarnya pengaruh karya-karya awal masa pandemi. Temuan ini konsisten dengan kajian tentang transformasi digital pendidikan tinggi selama pandemi (Marks et al., 2021; Nurhas et al., 2022).

Secara geografis, penelitian berasal dari lebih dari 94 negara. Amerika Serikat menjadi kontributor terbesar (25,32%), disusul Turki, Spanyol, Australia, dan Jerman. Kehadiran negara Global North dan Global South di posisi sepuluh besar menandakan bahwa isu ini menjadi perhatian bersama secara global. Jaringan kolaborasi menempatkan Amerika Serikat, Australia, dan Tiongkok sebagai simpul utama. Australia terhubung erat dengan Indonesia, Malaysia, dan Hong Kong, yang menegaskan peran kawasan Asia-Pasifik dalam riset pendidikan guru.

Tondeur, Petko, Scherer, dan Valtonen tercatat sebagai penulis paling produktif. *Computers & Education*, *Teaching and Teacher Education*, dan *British Journal of Educational Technology* menjadi jurnal utama, sehingga dapat dijadikan rujukan pokok bagi peneliti dan pembuat kebijakan.

Analisis kata kunci menghasilkan tujuh kluster tematik. Kluster 1 mencakup teknologi mutakhir seperti kecerdasan buatan, augmented reality, gamifikasi, dan mobile learning, yang menuntut program pendidikan guru menyediakan ruang eksperimen teknologi imersif (Daltoè et al., 2024; Fegely et al., 2024; Gandolfi et al., 2024). Kluster 2 berfokus pada e-learning, virtual reality, simulasi, dan desain pembelajaran, yang memperlihatkan bahwa teknologi kini diposisikan sebagai sarana pedagogis, bukan sekadar alat (Børte & Lillejord, 2024). Kluster 3 menyoroti persiapan guru, pedagogi, efikasi diri, dan pendidikan khusus; efikasi diri teknologis terbukti menjadi prediktor kesiapan mengajar dengan teknologi (Okumuş & Savaş, 2024). Kluster 4 dan 5 berkaitan dengan microteaching, praktikum, robotika, TPACK, serta kompetensi digital, yang menegaskan pentingnya keterpaduan teori dan praktik melalui simulasi dalam konteks realistik (Freeman & Lee, 2024; Nel, 2024; Vasconcelos et al., 2024). Kluster 6 dan 7 memperluas cakupan ke literasi digital, blended learning, TIK, dan media sosial (Guerrero Puerta, 2024; Ürek, 2024).

Peta densitas menunjukkan technology, technology integration, TPACK, dan initial teacher education sebagai jangkar konseptual, sedangkan microteaching, telecollaboration, ChatGPT, dan assistive technology masih jarang diteliti dan berpotensi dikembangkan.

Secara teoretis, temuan ini menegaskan sentralitas TPACK dan kompetensi abad ke-21, namun masih sedikit studi yang mengaitkan teknologi baru dengan peningkatan keterampilan mengajar secara terukur. Penelitian mendatang perlu bergeser dari deskripsi adopsi teknologi menuju pengujian empiris efektivitas pedagogisnya. Secara metodologis, analisis bibliometrik terbukti efektif menyintesis literatur yang terfragmentasi dan dapat diperluas dengan analisis gender atau perbandingan antarsistem pendidikan. Secara keseluruhan, bidang ini tumbuh pesat, tersebar global,

dan beragam secara tematik, sehingga perlu diperkuat melalui kolaborasi lintas negara, penyelarasan persiapan guru dengan kemajuan teknologi, dan pengujian empiris dampaknya terhadap praktik mengajar.

4. Kesimpulan

Perkembangan teknologi yang sangat cepat dalam dekade terakhir telah membawa transformasi signifikan dalam pendidikan calon guru. Integrasi teknologi baru, mulai dari kecerdasan buatan, realitas virtual, gamifikasi, hingga kerangka kerja TPACK, semakin dipandang sebagai elemen penting untuk membekali calon guru dengan kompetensi abad ke-21. Analisis bibliometrik memperlihatkan bahwa penelitian pada topik ini tidak hanya terus meningkat dari segi jumlah, tetapi juga semakin luas dari sisi konteks geografis, kolaborasi internasional, serta ragam tema penelitian. Dengan demikian, bidang ini tengah berkembang menuju struktur pengetahuan yang lebih matang dan semakin beragam.

Meskipun demikian, studi ini memiliki keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, sumber data penelitian ini hanya terbatas pada basis data Scopus, sehingga artikel yang mungkin relevan diindeks di basis data lain tidak tercakup. Penelitian mendatang dapat memperluas cakupan data dengan mengombinasikan Scopus dengan basis data lain seperti Web of Science atau Dimensions, agar menghasilkan gambaran yang lebih komprehensif. Kedua, meskipun analisis dilakukan dengan pendekatan co-occurrence analysis, kajian ini belum menggali secara mendalam hubungan kausal antara penggunaan teknologi baru dengan peningkatan keterampilan mengajar calon guru. Penelitian di masa depan dapat mengintegrasikan metode meta-analisis atau tinjauan sistematis untuk menguatkan temuan empiris.

Selanjutnya, perlu ditekankan bahwa penelitian mengenai teknologi dalam pendidikan calon guru sangat dipengaruhi oleh konteks geografis dan budaya. Hasil kajian ini memperlihatkan bahwa negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia masih mendominasi produksi literatur, sementara kontribusi dari negara-negara berkembang mulai meningkat, khususnya dari Asia dan Afrika. Oleh karena itu, penelitian lintas budaya dan lintas negara menjadi penting untuk memahami perbedaan akses, praktik, serta strategi adopsi teknologi dalam pendidikan calon guru.

Secara praktis, studi ini menegaskan bahwa kebijakan pendidikan calon guru harus berfokus tidak hanya pada penyediaan infrastruktur teknologi, tetapi juga pada pengembangan kompetensi pedagogis calon guru dalam menggunakan teknologi secara bermakna. Pendekatan ini mencakup desain kurikulum berbasis TPACK, program microteaching dengan teknologi, serta model pembelajaran imersif yang mendorong kreativitas dan refleksi calon guru. Dengan dukungan kebijakan dan kolaborasi internasional, integrasi teknologi dalam pendidikan guru berpotensi menghasilkan tenaga pendidik yang lebih adaptif, inovatif, dan siap menghadapi tantangan pendidikan global.

5. Catatan Penulis

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Para penulis mengonfirmasi bahwa makalah tersebut bebas dari plagiarisme.

6. REFERENCES

- Abedi, E. A. (2024). Tensions between technology integration practices of teachers and ICT in education policy expectations: implications for change in teacher knowledge, beliefs and teaching practices. *Journal of Computers in Education*, 11(4), 1215–1234. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00296-6>

- Aleksieva, L. (2025). Preparing Pre-Service Teachers for the Digital Transformation of Education: Exploring University Teacher Educators' Views and Practical Strategies. *Education Sciences*, 15(4), 1–38. <https://doi.org/10.3390/educsci15040404>
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019
- Carrillo, C., & Flores, M. A. (2020). COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 466–487. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184>
- Chen, G., & Xiao, L. (2016). Selecting publication keywords for domain analysis in bibliometrics: A comparison of three methods. *Journal of Informetrics*, 10(1), 212–223. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.01.006>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(May), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2449–2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Farjon, D., Smits, A., & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers and Education*, 130, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010>
- Fernández-Cruz, F. J., & Fernández-Díaz, M. J. (2016). Generation z's teachers and their digital skills. *Comunicar*, 24(46), 97–105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Fernández-Otoya, F., Cabero-Almenara, J., Pérez-Postigo, G., Bravo, J., Alcázar-Holguin, M. A., & Vilca-Rodríguez, M. (2024). Digital and Information Literacy in Basic-Education Teachers: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 14(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci14020127>
- Gu, X., & Blackmore, K. L. (2016). Recent trends in academic journal growth. *Scientometrics*, 108(2), 693–716. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-1985-3>
- Guan, L., Zhang, Y., & Gu, M. M. (2025). Pre-service teachers preparedness for AI-integrated education: An investigation from perceptions, capabilities, and teachers' identity changes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8(August 2024), 100341. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100341>
- Gudmundsdottir, G. B., & Hatlevik, O. E. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214–231. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1416085>
- Guerrero Puerta, L. (2024). Exploring if Gamification Experiences Make an Impact on Pre-Service Teachers' Perceptions of Future Gamification Use: A Case Report. *Societies*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/soc14010011>
- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 23(1), 25–41. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1203772>
- Hong, S., Moon, J., Eom, T., Awoyemi, I. D., & Hwang, J. (2025). Generative AI-Enhanced Virtual Reality Simulation for Pre-Service Teacher Education: A Mixed-Methods Analysis of Usability and Instructional Utility for Course Integration. *Education Sciences*, 15(8), 1–23. <https://doi.org/10.3390/educsci15080997>
- Instefjord, E. J., & Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of

- integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 67, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- Kali, Y., Sagy, O., Benichou, M., Atias, O., & Levin-Peled, R. (2019). Teaching expertise reconsidered: The Technology, Pedagogy, Content and Space (TPeCS) knowledge framework. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2162–2177. <https://doi.org/10.1111/bjet.12847>
- Kaur, R., Saini, S. K., Saini, R., Aggarwal, V., P, S. V., & K, K. (2025). Harnessing Disruptive Technologies in Education: The Role of AI, VR/AR, Blockchain, IoT, and Adaptive Learning Platforms. 2025 International Conference on Artificial Intelligence and Data Engineering (AIDE), 353–358. <https://doi.org/10.1109/AIDE64228.2025.10986860>
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers and Education*, 91, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kim, J. (2020). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum. *International Journal of Early Childhood*, 52(2), 145–158. <https://doi.org/10.1007/s13158-020-00272-6>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://citejournal.org/vol9/iss1/general/article1.cfm>
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76–78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Moravec, J. W., & Martínez-Bravo, M. C. (2023). Global trends in disruptive technological change: social and policy implications for education. *On the Horizon*, 31(34), 147–173. <https://doi.org/10.1108/OTH-02-2023-0007>
- Pathiranage, A., & Karunaratne, T. (2023). Teachers' Agency in Technology for Education in Pre- and Post-COVID-19 Periods: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 13(9), 1–24. <https://doi.org/10.3390/educsci13090917>
- Pranckutė, R. (2021). Web of science (Wos) and scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>
- Radhakrishnan, S., Erbis, S., Isaacs, J. A., & Kamarthi, S. (2017). Novel keyword co-occurrence network-based methods to foster systematic reviews of scientific literature. *PLoS ONE*, 12(3), e0172778. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172778>
- Redecker, C. (2017). JRC Publications Repository - European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. <https://doi.org/10.2760/178382>
- Saboowala, R., & Manghirmalani Mishra, P. (2021). Readiness of In-service Teachers Toward a Blended Learning Approach as a Learning Pedagogy in the Post-COVID-19 Era. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(1), 9–23. <https://doi.org/10.1177/00472395211015232>
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial Intelligence and Learning Analytics in Teacher Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 12(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/educsci12080569>
- Starkey, L. (2020). A review of research exploring teacher preparation for the digital age. *Cambridge Journal of Education*, 50(1), 37–56. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2019.1625867>

- Tondeur, J., Aesaert, K., Prestridge, S., & Consuegra, E. (2018). A multilevel analysis of what matters in the training of pre-service teacher's ICT competencies. *Computers and Education*, 122, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.002>
- Tondeur, J., Van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers and Education*, 59(1), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- Wang, M., Chen, Z., Xu, Y., Maheshi, B., & Gašević, D. (2025). Intelligent teaching analytics for collaborative reflection: investigating pre-service teachers' perceptions, experiences and shared regulation processes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1), 1–25. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00538-w>
- Weisberg, L., & Dawson, K. (2023). The Intersection of Equity Pedagogy and Technology Integration in Preservice Teacher Education: A Scoping Review. *Journal of Teacher Education*, 74(4), 327–342. <https://doi.org/10.1177/00224871231182129>
- Zawacki-Richter, O., Bai, J. Y. H., Lee, K., Slagter van Tryon, P. J., & Prinsloo, P. (2024). New advances in artificial intelligence applications in higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(32), 1–4. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00464-3>
- Zhang, H., & Tian, M. (2025). Unpacking the multi-dimensional nature of teacher competencies: a systematic review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 69(5), 1004–1025. <https://doi.org/10.1080/00313831.2024.2369867>
- Zhang, M., Surienty, L., & Hu, D. (2024). Bibliometric visualization analysis of teachers' work stress. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 2024(21), 1–18. <https://doi.org/10.46661/ijeri.10257>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>