https://yptb.org/index.php/educurio | e-Mail: jurnalq17@gmail.com
DOI: https://doi.org/10.71456/ecu.v5i1.3164
p-ISSN: 2984-6146 | e-ISSN: 2963-0339

TRANSFORMASI DIGITAL DALAM PENDIDIKAN DI INDONESIA: ANALISIS BIBLIOMETRIK ATAS STRUKTUR PENGETAHUAN, EVOLUSI TEMATIK, DAN AGENDA PENELITIAN (2024-2026)

The Transformation of Education in the Digital Age: A Bibliometric Analysis of Trends, Innovations, and Directions in Educational Research

Submit Tgl.: 05-November-2026 Diterima Tgl.: 08-November-2026 Diterbitkan Tgl.: 09-November-2026

Nur Asiah[1], Athaillah Farrel Inandra[2], Slamet Pamuji[3], Alfa Kenedi Mainassy[4], Eogenie Lakilaki[5], Muhammad Rizky[6]*

[1]Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, [2]Universitas Pelita Harapan, [3]STKIP Majenang, [4]Universitas Halmahera, [5]Perpustakaan Nasional RI, [6]INTI Internasional University of Malaysia

*email: i26038918@student.newinti.edu.my

Abstrak

Pertumbuhan penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia memerlukan pemetaan untuk memahami struktur pengetahuan, perubahan tema, dan kesenjangan bukti. Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan publikasi, sitasi, kolaborasi, struktur konseptual, evolusi tematik, serta agenda penelitian. Analisis bibliometrik dipadukan dengan telaah substantif melalui seleksi literatur berpedoman PRISMA. Kumpulan awal mencakup 899 artikel dari Dimensions, dengan 401 artikel periode 2024–2026 ditetapkan sebagai korpus akhir berdasarkan kriteria kelayakan dan ketersediaan teks lengkap. Data dicatat menggunakan formulir ekstraksi terstruktur dan dianalisis melalui statistik publikasi, jejaring kolaborasi, kemunculan bersama istilah, pemetaan tematik, serta sintesis isi dengan dukungan VOSviewer dan Biblioshiny. Hasil menunjukkan pertumbuhan publikasi tahunan sebesar 112,67%, sedangkan kolaborasi internasional hanya mencapai 2,244% dan jejaring antarpenulis masih terfragmentasi. Tiga klaster utama mencakup infrastruktur dan pedagogi digital, kepemimpinan dan tata kelola, serta pendidikan tinggi dengan pendekatan kuantitatif. Penekanan tematik bergeser dari kesiapan digital menuju pembelajaran, analisis, dan perancangan. Telaah substantif mengidentifikasi kebutuhan penelitian mengenai kepemimpinan digital, keselarasan pendidikan vokasi dengan industri, dan keberlanjutan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perkembangan literatur perlu diikuti penguatan kolaborasi dan pengujian empiris hubungan antara kesiapan institusi, penerapan teknologi, dan hasil pendidikan. Interpretasi temuan dibatasi oleh cakupan satu basis data dan periode pengamatan yang singkat.

Kata Kunci:
Analisis Bibliometrik, Transformasi Digital, Pendidikan, Indonesia, Perkembangan Tematik

Keywords:
Bibliometric Analysis, Digital Transformation, Education, Indonesia, Thematic Evolution

Abstract

Growing research on digital transformation in Indonesian education requires mapping to clarify knowledge structures, thematic shifts, and evidence gaps. This study examined publication trends, citations, collaboration, conceptual structures, thematic evolution, and research priorities. Bibliometric analysis was combined with substantive review, with literature selection guided by PRISMA. An initial pool of 899 articles from Dimensions yielded 401 articles published during 2024–2026, selected based on eligibility and full-text availability. Data were recorded using structured extraction forms and analyzed through publication statistics, collaboration networks, term co-occurrence, thematic mapping, and content synthesis using VOSviewer and Biblioshiny. Publications grew at an annual rate of 112.67%, while international co-authorship accounted for only 2.244% and collaboration networks remained fragmented. Three clusters emerged: infrastructure and digital pedagogy, leadership and governance, and higher education with quantitative approaches. Thematic emphasis shifted from digital readiness toward learning, analysis, and design. Substantive review identified research needs concerning digital leadership, alignment between vocational education and industry, and sustainability. These findings highlight the need for stronger collaboration and empirical examination of relationships among institutional readiness, technology implementation, and educational outcomes. Interpretation was limited by reliance on one database and a short observation period.

Cara mengutip Asiah, N., Inandra, A. F., Pamuji, S., Mainassy, A. K., Lakilaki, E., & Rizky, M. (2026). Transformasi Digital dalam Pendidikan di Indonesia: Analisis Bibliometrik atas Struktur Pengetahuan, Evolusi Tematik, dan Agenda Penelitian (2024-2026). *EduCurio: Education Curiosity*, *5*(1), 665–690. https://doi.org/10.71456/ecu.v5i1.3164

PENDAHULUAN

Transformasi digital membawa perubahan yang cukup besar dalam dunia pendidikan, terutama pada cara teknologi digunakan untuk mendukung kegiatan belajar dan pengelolaan lembaga pendidikan. Platform pembelajaran daring, sistem pembelajaran digital, analitik pembelajaran, kecerdasan buatan, dan berbagai aplikasi interaktif kini semakin banyak digunakan dalam kegiatan pendidikan. Namun, perubahan ini tidak sekadar berkaitan dengan perpindahan materi pembelajaran dari ruang kelas ke platform digital. Ada perubahan yang lebih luas, mulai dari cara guru menyampaikan materi, pola interaksi antara pendidik dan peserta didik, hingga bagaimana lembaga pendidikan menyesuaikan sistem kerjanya. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi digital tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi. Kesiapan lembaga, kemampuan pendidik, dukungan infrastruktur, serta kesesuaian penggunaan teknologi dengan tujuan pembelajaran juga turut menentukan bagaimana perubahan tersebut berlangsung (Timotheou et al., 2023; Roe et al., 2022). Artinya, transformasi digital dalam pendidikan perlu dilihat sebagai proses perubahan yang melibatkan berbagai aspek pembelajaran dan pengelolaan institusi, bukan sekadar penggunaan perangkat atau aplikasi tertentu (Bui & Nguyen, 2023).

Di Indonesia, penerapan teknologi dalam pendidikan berlangsung dalam kondisi yang cukup beragam. Setiap daerah dan lembaga pendidikan memiliki karakteristik, kebutuhan, serta kemampuan yang berbeda dalam memanfaatkan teknologi. Perbedaan ini membuat proses digitalisasi tidak selalu berjalan dengan cara atau kecepatan yang sama. Salah satu penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa pengembangan kompetensi guru dapat dilakukan melalui peningkatan kemampuan menggunakan teknologi informasi, penerapan pembelajaran bauran, serta pemanfaatan aplikasi komunikasi dan pembelajaran digital (Peningkatan Kompetensi Guru di Era Digital..., 2024). Temuan tersebut memberikan gambaran bahwa kemampuan pendidik merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam penerapan teknologi di sekolah. Meski demikian, kesiapan guru saja belum cukup untuk menjelaskan keseluruhan proses transformasi digital. Kondisi infrastruktur, akses terhadap teknologi, dukungan lembaga, dan kebijakan pendidikan juga perlu ditelaah berdasarkan bukti penelitian yang tersedia. Atas dasar itu, kajian ini menempatkan Indonesia sebagai konteks penelitian yang memiliki karakteristik tersendiri. Cakupannya tidak dibatasi pada sekolah atau perguruan tinggi, tetapi juga meliputi pendidikan formal dan nonformal, madrasah, pesantren, serta pendidikan vokasi, mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

Penelitian mengenai penggunaan teknologi dalam pendidikan sebenarnya telah berkembang dengan berbagai fokus dan pendekatan. Sebagian peneliti menaruh perhatian pada kesiapan lembaga pendidikan dalam mengadopsi teknologi, sementara yang lain lebih banyak membahas perubahan cara mengajar, pembelajaran daring, kompetensi guru, kesenjangan akses, atau pemanfaatan aplikasi digital. Keragaman tersebut juga terlihat dalam literatur yang digunakan pada penelitian ini (Timotheou et al., 2023; Pettalongi et al., 2024; Peningkatan Kompetensi Guru di Era Digital..., 2024). Menariknya, setiap penelitian tidak selalu membahas transformasi digital dari sudut pandang yang sama. Ada studi yang berfokus pada pengalaman guru atau peserta didik dalam lingkungan pendidikan tertentu, ada pula yang mengkaji kesiapan institusi dan perubahan sistem pendidikan dalam cakupan yang lebih luas. Perbedaan juga ditemukan pada jenjang pendidikan, lokasi penelitian, serta metode yang digunakan untuk memperoleh dan menganalisis data. Kondisi ini membuat hasil penelitian sulit dipahami sebagai satu gambaran utuh apabila setiap publikasi hanya dibaca secara terpisah. Namun, keragaman tersebut tidak serta-merta berarti bahwa penelitian transformasi

digital di Indonesia tidak saling berkaitan. Justru, hubungan di antara berbagai kajian itulah yang perlu ditelusuri. Dengan mengorganisasikan literatur secara sistematis, pola hubungan antara peneliti, konsep, tema, konteks pendidikan, dan pendekatan metodologis dapat terlihat dengan lebih jelas.

Berdasarkan strategi pencarian dan kriteria inklusi yang digunakan, penelitian ini melihat perlunya analisis yang tidak hanya memetakan perkembangan publikasi, tetapi juga memperhatikan isi dan karakteristik penelitian tentang transformasi digital dalam pendidikan di Indonesia. Analisis bibliometrik dapat digunakan untuk melihat perkembangan jumlah publikasi, hubungan sitasi, kolaborasi antarpeneliti, serta tema yang berkembang dalam suatu bidang keilmuan. Meskipun demikian, hasil pemetaan tersebut belum cukup untuk menjelaskan bagaimana sebuah penelitian dilakukan, seberapa kuat pendekatan metodologisnya, atau apa makna temuannya bagi praktik pembelajaran (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2015). Sebuah tema yang sering muncul dalam jaringan bibliometrik, misalnya, belum tentu telah diteliti secara mendalam atau menghasilkan bukti yang memadai untuk mendukung penerapannya dalam pendidikan. Karena itu, penelitian ini menggabungkan pemetaan bibliometrik dengan telaah terhadap tujuan, konteks, metode, hasil, dan keterbatasan studi yang termasuk dalam korpus. Penggabungan tersebut diharapkan dapat membantu menjelaskan hubungan antara perkembangan tema penelitian dan substansi pengetahuan yang dihasilkan. Adapun protokol pencarian menetapkan rentang tahun 2023–2027, sedangkan pembahasan perkembangan terkini difokuskan pada periode 2024–2026. Kedua rentang tersebut dibedakan agar cakupan pencarian dan fokus analisis tidak dipahami sebagai hal yang sama. Dengan batasan tersebut, kesenjangan penelitian yang dibahas tidak didasarkan pada anggapan bahwa belum pernah ada kajian serupa, melainkan pada kebutuhan untuk menghubungkan pola bibliometrik dengan bukti substantif dalam kumpulan publikasi yang dianalisis.

Untuk menjawab kebutuhan tersebut, penelitian ini diarahkan pada empat pertanyaan utama yang saling berkaitan. Pertanyaan pertama (RQ1) berfokus pada perkembangan publikasi, pengaruh sitasi, serta pola kolaborasi ilmiah dalam penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia selama periode pengamatan. Melalui pertanyaan ini, penelitian berusaha melihat bagaimana produktivitas ilmiah berkembang dan siapa saja yang berkontribusi dalam pembentukan bidang kajian tersebut. Pertanyaan kedua (RQ2) menelaah struktur intelektual dan konseptual penelitian, termasuk kelompok kajian yang memiliki hubungan kuat dan membentuk dasar pengetahuan dalam bidang ini. Selanjutnya, pertanyaan ketiga (RQ3) diarahkan untuk memahami perubahan tema dari waktu ke waktu, baik tema yang terus berkembang, mengalami pergeseran, maupun tema baru yang mulai mendapat perhatian peneliti. Sementara itu, pertanyaan keempat (RQ4) mengkaji celah penelitian yang berkaitan dengan teori, metode, jenjang pendidikan, konteks wilayah, dan hubungan antartema. Hasil pemetaan tersebut kemudian dipadukan dengan telaah isi artikel untuk merumuskan arah penelitian berikutnya. Keempat pertanyaan ini disusun agar analisis tidak berhenti pada gambaran jumlah publikasi atau hubungan antarkata kunci, tetapi juga dapat menjelaskan bagaimana struktur pengetahuan terbentuk, berkembang, dan menyisakan persoalan yang masih perlu diteliti. Pendekatan tersebut sejalan dengan penggunaan analisis kinerja publikasi, pemetaan jaringan ilmiah, struktur konseptual, dan evolusi tema dalam penelitian bibliometrik (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2015; Cobo et al., 2011).

Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai perkembangan kajian transformasi digital dalam pendidikan di Indonesia. Dari sisi metodologis, penggabungan analisis bibliometrik dan telaah substantif memungkinkan hubungan antarpublikasi serta perubahan tema dibaca bersama dengan konteks, desain, temuan, dan keterbatasan masing-masing studi.

Dengan demikian, pola yang muncul dalam visualisasi tidak hanya dilihat sebagai hubungan antaristilah atau publikasi, tetapi juga ditafsirkan berdasarkan isi penelitian yang mendasarinya. Dari sisi pengembangan pengetahuan, penelitian ini berupaya menunjukkan tema yang telah banyak mendapat perhatian, arah kajian yang mulai berkembang, serta aspek yang masih memerlukan bukti penelitian lebih lanjut.

Namun, tingginya jumlah publikasi atau kuatnya hubungan dalam jaringan tidak secara otomatis menunjukkan bahwa suatu pendekatan pendidikan lebih efektif atau memiliki landasan metodologis yang lebih baik. Penilaian semacam itu tetap membutuhkan pemeriksaan terhadap bukti empiris yang dilaporkan dalam artikel primer. Selain memberikan gambaran perkembangan literatur, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi akademisi, pendidik, pengelola lembaga pendidikan, dan pembuat kebijakan. Informasi mengenai kecenderungan dan kesenjangan penelitian dapat membantu mereka memahami kebutuhan pengembangan kompetensi pendidik, pemerataan akses teknologi, serta peluang inovasi pembelajaran yang sesuai dengan kondisi pendidikan di Indonesia. Dengan cara ini, pemetaan bibliometrik tidak hanya menghasilkan gambaran tentang struktur dan perkembangan penelitian, tetapi juga menyediakan dasar untuk menyusun agenda kajian berikutnya secara lebih terarah, dengan tetap mempertimbangkan konteks dan bukti yang tersedia (van Eck & Waltman, 2010; Zupic & Čater, 2015; Donthu et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik untuk membangun pengetahuan struktural dan evolusi tematik transformasi digital dalam pendidikan di Indonesia, serta untuk menetapkan fokus penelitian potensial. Untuk ketelitian, sistematisasi, dan transparansi metodologi, proses peninjauan ini disusun menggunakan unsur *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Moher et al., 2009). Metode ini bertujuan untuk menjawab empat pertanyaan penelitian utama yang bertingkat. Pendekatan kuantitatif terhadap bibliometrik menilai perkembangan siklus publikasi dan kolaborasi sains Intel-Trends, serta mengidentifikasi wacana dominan dalam kelompok penelitian utama di bidang tersebut. Analisis ini bersifat integratif dan kolaboratif, dan menggunakan tinjauan substantif untuk menelusuri serta menafsirkan pergeseran dan evolusi tema penelitian guna mengidentifikasi kesenjangan dalam bidang tersebut. Kesenjangan ini menginformasikan agenda prioritas untuk penelitian dalam bidang pendidikan digital (Huang et al., 2020).

Strategi Pencarian Data

Pengumpulan literatur dilakukan menggunakan basis data akademik Dimensions, yang mencakup berbagai indeks dan menyediakan serangkaian metrik sitasi yang lengkap. Pencarian dilakukan secara sistematis menggunakan serangkaian string pencarian khusus yang memuat operator Boolean. Kata kunci utama yang digunakan mencakup berbagai istilah terkait transformasi digital, yang dikombinasikan dengan berbagai tingkat pendidikan formal dan vokasional, serta dibatasi pada konteks geografis Indonesia. Adapun kata kunci yang kami gunakan adalah sebagai berikut:

("digital transformation" OR "digital transition" OR "digitalisation" OR "digitalization")

AND

(education OR school* OR universit* OR "higher education" OR "primary education" OR "secondary education" OR "vocational education" OR "teacher education")

AND

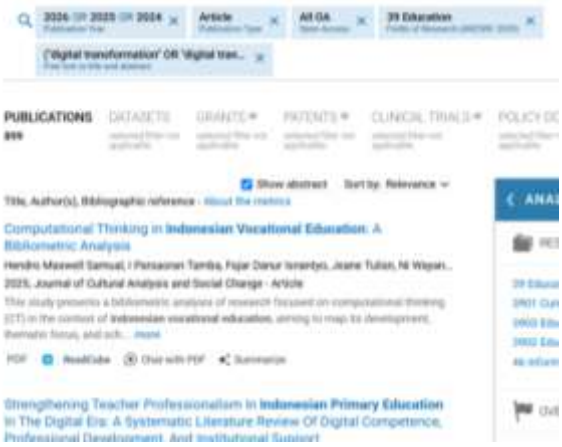
(Indonesia OR Indonesian)

Pertama, untuk memperoleh data berkualitas, penyaringan metadata awal dilakukan sendiri oleh penulis melalui antarmuka basis data. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan basis data yang tepat dapat meningkatkan relevansi dan kualitas literatur (Börner & Vespignani, 2015).

Publikasi dibatasi secara ketat pada artikel empiris yang telah melalui tinjauan sejawat dalam jurnal pendidikan, yang diterbitkan antara tahun 2023 dan 2027. Pembatasan waktu ini ditetapkan untuk memperoleh informasi yang lebih mutakhir mengenai perubahan digital yang baru-baru ini terjadi di bidang pendidikan. Penerapan teknologi dalam pendidikan melibatkan banyak isu dan tantangan (misalnya biaya, akses) (Ifenthaler & Yau, 2020), dan untuk mengkaji serta memahami tantangan-tantangan ini dalam konteks tertentu, sangat penting untuk mengandalkan literatur terkini di bidang tersebut.

Selanjutnya, kriteria akses terbuka penuh diterapkan agar teks lengkap dari seluruh literatur dapat diunduh untuk dianalisis secara terperinci selama tahap ekstraksi data. Pentingnya ketersediaan akses terbuka dalam konteks penelitian pendidikan adalah bahwa hal tersebut memungkinkan peneliti dan praktisi mengakses informasi yang diperlukan tanpa batasan apa pun, mendukung kolaborasi, dan meningkatkan inovasi dalam bidang praktik pendidikan (Piwowar et al., 2018).

Data yang dikumpulkan diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai implementasi dan dampak transformasi digital dalam bidang pendidikan di Indonesia, serta berkontribusi pada perumusan kebijakan dan praktik yang lebih baik di masa depan.



Gambar 1. Filter Pencarian yang Digunakan

Kriteria Kelayakan dan Seleksi Studi

Tahapan seleksi artikel dilakukan secara berjenjang guna menyingkirkan publikasi yang tidak relevan dengan rumusan masalah penelitian. Pendekatan seleksi bertahap semacam ini merupakan praktik metodologis yang diakui secara luas dalam tradisi tinjauan sistematis, yang umumnya mencakup empat fase berurutan: identifikasi awal dari berbagai sumber basis data, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, evaluasi teks lengkap, serta penetapan artikel final yang memenuhi syarat *(Huynh & Tran, 2023; Urcos et al., 2026)*.

Setiap fase dirancang untuk mengeliminasi secara progresif publikasi yang tidak memenuhi ambang batas relevansi, sehingga corpus akhir hanya terdiri atas studi-studi yang secara substantif selaras dengan tujuan dan lingkup penelitian ini. Pendekatan berjenjang ini juga meminimalkan risiko bias seleksi—suatu ancaman metodologis yang dapat mengganggu validitas internal tinjauan apabila proses penyisihan tidak didokumentasikan secara transparan *(Soriano et al., 2024)*.

Evaluasi kelayakan difokuskan pada lima aspek substantif utama. *Pertama*, kesesuaian dengan konteks layanan pendidikan, yakni artikel harus secara eksplisit membahas penyelenggaraan, pengelolaan, atau evaluasi layanan dalam ekosistem pendidikan formal maupun nonformal—bukan sekadar menyebut institusi pendidikan sebagai populasi sampel generik. *Kedua*,

keterkaitan langsung dengan proses digitalisasi atau adopsi teknologi, yang mensyaratkan adanya pembahasan substantif mengenai pemanfaatan infrastruktur digital, sistem informasi manajemen pendidikan, platform pembelajaran daring, atau perangkat teknologi dalam praktik pendidikan *(Urcos et al., 2026)*. Aspek ini membedakan studi yang sungguh-sungguh menganalisis transformasi digital dari studi yang hanya menyinggung teknologi sebagai atribut demografis latar belakang. *Ketiga*, relevansi dengan konteks wilayah Indonesia, mengingat kekhususan tata kelola pendidikan, kondisi kesenjangan infrastruktur digital antardaerah, serta kebijakan nasional tidak dapat digeneralisasikan dari temuan di negara lain yang berbeda karakteristik strukturalnya. *Keempat*, keharusan adanya komponen penelitian empiris, yang berarti artikel wajib menyajikan data primer maupun sekunder yang dikumpulkan secara sistematis melalui pendekatan kuantitatif, kualitatif, atau campuran dengan prosedur pengumpulan dan analisis yang dilaporkan secara jelas *(Urcos et al., 2026)*. *Kelima*, kejelasan hubungan antara evaluasi teknologi dengan kebutuhan pedagogis, sehingga artikel tidak semata-mata melaporkan penerapan teknologi dari perspektif teknis tanpa mengaitkannya dengan tujuan pembelajaran, proses instruksional, atau luaran pendidikan yang terukur.

Artikel yang hanya menggunakan istilah *pendidikan*, *digitalisasi*, atau *Indonesia* sebatas sebagai latar belakang retoris—tanpa disertai analisis variabel empiris yang terstruktur—langsung dieksklusi dari studi ini. Pemberlakuan kriteria eksklusi yang ketat ini dilandasi oleh prinsip bahwa tinjauan sistematis semestinya mampu membedakan antara studi yang benar-benar menguji fenomena secara empiris dan publikasi yang bersifat deskriptif, konseptual, atau opinitatif *(Huynh & Tran, 2023)*.

Selain itu, homogenitas metodologis corpus yang dianalisis menjadi prasyarat penting bagi validitas sintesis lintas studi: semakin heterogen desain penelitian yang diikutsertakan, semakin sulit menarik kesimpulan komparatif yang bermakna *(Soriano et al., 2024)*. Dengan membatasi inklusi pada studi-studi bermuatan empiris yang terukur, kualitas inferensi sintesis dapat dijaga pada tingkat yang memadai. Rincian komprehensif mengenai batasan kriteria inklusi dan eksklusi yang diaplikasikan selama proses penyaringan literatur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Pemilihan Artikel

Aspek	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Konteks pendidikan	Membahas pembelajaran, kurikulum, asesmen, layanan akademik, pengelolaan, atau pengembangan sumber daya manusia dalam pendidikan. Mencakup seluruh jenjang, pendidikan formal/nonformal, madrasah, pesantren, serta pendidikan vokasi.	Secara jelas berfokus pada sektor di luar pendidikan, tanpa hubungan substantif dengan proses atau layanan pendidikan. Penyebutan pendidikan hanya sebagai latar belakang tidak cukup.
Keterkaitan dengan digitalisasi	Teknologi atau digitalisasi menjadi salah satu fokus tujuan, variabel, proses yang dikaji, atau temuan. Termasuk adopsi teknologi, pembelajaran digital, AI, LMS, kompetensi digital, kesiapan, tata kelola, dan kesenjangan akses digital.	Istilah transformasi digital atau era digital hanya muncul sebagai pembuka/konteks umum, sedangkan tujuan dan hasil penelitian membahas persoalan lain. Penggunaan perangkat lunak statistik saja tidak memenuhi kriteria.
Konteks Indonesia	Meneliti peserta, lembaga, lokasi, kebijakan, atau data pendidikan Indonesia. Penelitian lintas negara disertakan apabila Indonesia menjadi salah satu konteks yang dianalisis.	Secara eksplisit hanya meneliti negara lain. Indonesia hanya disebut sebagai contoh atau latar belakang, bukan konteks penelitian utama.
Penelitian empiris	Menunjukkan pengumpulan/analisis data melalui survei, wawancara, observasi, eksperimen, studi kasus, data sekunder, atau dokumen kebijakan. Artikel gabungan tinjauan literatur dengan data empiris disertakan.	Secara eksplisit hanya berupa tinjauan literatur, kajian sistematis, opini, atau gagasan konseptual tanpa adanya komponen pengumpulan data empiris.
Hubungan teknologi pendidikan	Penelitian pengembangan atau evaluasi teknologi memiliki kaitan yang jelas dengan kebutuhan, penggunaan, pembelajaran, atau layanan lembaga pendidikan.	Hanya menguji aspek teknis algoritma, perangkat keras, atau jaringan tanpa kaitan substantif dengan kebutuhan maupun proses pendidikan.

Ekstraksi Data Substantif

Untuk memahami celah metodologis dan hasil pembelajaran yang dilaporkan dalam penelitian

terdahulu, setiap artikel yang telah melewati tahap seleksi akhir dianalisis menggunakan tabel ekstraksi data yang disusun secara terstruktur. Formulir ekstraksi ini dirancang agar informasi dari setiap studi dapat dicatat dengan cara yang sama, sehingga memudahkan proses perbandingan dan penelusuran kembali data. Penggunaan formulir yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian juga sejalan dengan rekomendasi dalam pelaksanaan tinjauan sistematis, terutama untuk menjaga konsistensi, transparansi, dan keterulangan proses ekstraksi antarpenelaah (Büchter et al., 2020; Taylor et al., 2021). Sebelum diterapkan pada seluruh artikel, formulir tersebut terlebih dahulu diuji pada beberapa studi sampel. Langkah ini dilakukan untuk menemukan bagian yang masih berpotensi menimbulkan perbedaan penafsiran, sekaligus memperjelas petunjuk pengisian agar proses pengodean berjalan lebih seragam (Büchter et al., 2020). Selain mencatat informasi yang dibutuhkan, penelaah juga mendokumentasikan letak data dalam artikel sumber. Dengan cara ini, setiap informasi yang digunakan dalam analisis dapat ditelusuri dan diperiksa kembali apabila diperlukan (Shokraneh & Adams, 2017).

Data yang dikumpulkan mencakup beberapa aspek yang dianggap relevan dengan tujuan penelitian. Informasi bibliografis, seperti nama penulis, tahun publikasi, nama jurnal, dan DOI, dicatat untuk memastikan identitas serta kemudahan penelusuran setiap artikel. Selanjutnya, karakteristik sampel diperhatikan melalui jumlah partisipan, jenjang pendidikan, lingkungan institusi, dan lokasi geografis penelitian. Informasi tersebut membantu penelaah memahami konteks pelaksanaan studi sekaligus mempertimbangkan sejauh mana temuannya dapat diterapkan pada lingkungan pendidikan yang berbeda (Ryan et al., 2009). Perhatian juga diberikan pada bentuk penggunaan kecerdasan buatan generatif dalam pembelajaran. Nama aplikasi atau platform, versi yang digunakan, lama dan intensitas pemanfaatan, hingga cara teknologi tersebut diterapkan dalam kegiatan belajar dicatat secara terperinci. Informasi ini diperlukan karena perbedaan cara penerapan teknologi dapat memengaruhi hasil penelitian dan menentukan apakah suatu intervensi memungkinkan untuk direplikasi pada konteks lain (Ortega-Ochoa et al., 2024; Bettayeb et al., 2024). Aspek berikutnya berkaitan dengan kemampuan kognitif yang diukur, khususnya berpikir kritis, berpikir kreatif, regulasi diri dalam belajar, dan beban kognitif. Keempat aspek tersebut perlu dibedakan secara jelas karena penelitian mengenai kecerdasan buatan generatif dalam pendidikan sering kali menggunakan konsep dan indikator pengukuran yang tidak sepenuhnya sama (Zhai et al., 2024). Di samping itu, desain penelitian, instrumen yang digunakan, serta informasi mengenai validitas dan reliabilitasnya turut dicatat sebagai dasar untuk menilai kekuatan metodologis masing-masing studi.

Ekstraksi data tidak hanya diarahkan pada hasil yang menunjukkan keberhasilan intervensi atau besaran efek yang dilaporkan. Kendala yang muncul selama penelitian dan keterbatasan yang diakui oleh penulis juga menjadi bagian dari informasi yang dikumpulkan. Aspek ini mendapat perhatian karena keterbatasan yang terus muncul dalam sejumlah penelitian dapat memberikan gambaran mengenai persoalan metodologis yang belum terselesaikan. Misalnya, apabila beberapa studi menghadapi kendala serupa dalam pemilihan sampel, pengukuran kemampuan kognitif, atau pelaksanaan intervensi, pola tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan dalam merumuskan arah penelitian berikutnya (Zhai et al., 2024; Ortega-Ochoa et al., 2024). Agar hasil ekstraksi tetap dapat dipertanggungjawabkan, seluruh informasi yang dimasukkan ke dalam tabel dibatasi pada data yang benar-benar tercantum dalam artikel primer. Penelaah tidak menambahkan perkiraan, mengisi data yang tidak tersedia, atau mengambil informasi dari sumber lain di luar laporan penelitian yang sedang dikaji (Taylor et al., 2021). Untuk mengurangi kemungkinan kesalahan maupun perbedaan penafsiran, proses ekstraksi dilakukan secara independen oleh dua penelaah. Apabila

ditemukan ketidaksesuaian dalam pencatatan atau pengodean, keduanya mendiskusikan perbedaan tersebut hingga mencapai kesepakatan. Prosedur ini digunakan untuk meningkatkan ketelitian hasil ekstraksi sekaligus mengurangi ketergantungan pada penilaian satu orang penelaah (Horton et al., 2010). Adapun aspek dan indikator yang digunakan sebagai acuan dalam proses ekstraksi data disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Ekstraksi Data Telaah Substantif

Nama Komponen	Cara Pengisian Data
First Author and Publication Year	Penulisan nama belakang penulis utama dan tahun terbit dalam format standar kutipan.
Study Context and Participants	Peringkasan informasi asal negara, disiplin ilmu spesifik, jenjang pendidikan peserta didik, serta besaran jumlah sampel penelitian.
Generative AI Tool & Platform	Identifikasi jenis perangkat, model bahasa besar (LLM), atau platform kecerdasan buatan generatif spesifik yang diintervensikan.
Pedagogical Role of GenAI	Kategorisasi fungsi intervensi teknologi dalam alur pembelajaran, seperti mitra diskusi, pemandu pemecahan masalah, atau penyedia umpan balik.
Targeted HOTS / Cognitive Dimension	Identifikasi spesifik dimensi keterampilan kognitif atau pemikiran tingkat tinggi yang disasar maupun diukur oleh instrumen penelitian.
Instructional Design & Learning Syntax	Peringkasan model pedagogis utama yang menaungi penerapan teknologi, termasuk mekanisme perancangan instruksi pembelajaran.
Study Design and Measurement Method	Spesifikasi desain metodologi penelitian empiris beserta rincian instrumen atau teknik pengumpulan data yang dimanfaatkan.
Key Findings on HOTS / Positive Outcomes	Ekstraksi bukti empiris berupa angka signifikansi, ukuran dampak, maupun luaran penalaran kualitatif yang mengindikasikan keberhasilan.
Reported Challenges & Cognitive Risks	Rekaman kendala pedagogis dan bias kognitif peserta didik yang ditemui di lapangan, seperti ketergantungan atau ilusi pemahaman.
Methodological Gaps & Future Research	Rangkuman keterbatasan pelaksanaan studi primer beserta rekomendasi preskriptif untuk arah pengembangan penelitian selanjutnya.

Analisis Data dan Pemetaan Visual

Data yang telah diekstraksi kemudian diolah melalui beberapa tahapan analisis bibliometrik, mulai dari penyiapan data, pemetaan jaringan, analisis kinerja publikasi, hingga penafsiran hasil. Penelitian ini menggunakan VOSviewer versi 1.6.21 dan Biblioshiny versi 5.0 sebagai perangkat utama analisis, sementara Datasort digunakan untuk membantu menyiapkan dan merapikan data bibliografis sebelum diproses lebih lanjut. Pada tahap awal, setiap rekaman diperiksa untuk memastikan kelengkapan informasi yang dibutuhkan. Data yang terduplikasi dihapus, penulisan nama penulis dan afiliasi diseragamkan, serta istilah kata kunci yang memiliki makna serupa disesuaikan agar tidak terbaca sebagai entitas yang berbeda. Pemeriksaan juga dilakukan terhadap tahun publikasi, sumber artikel, dan jenis dokumen untuk menghindari ketidaksesuaian dalam basis data. Proses ini perlu mendapat perhatian karena hasil pemetaan bibliometrik sangat dipengaruhi oleh kondisi data yang digunakan. Perbedaan kecil dalam penulisan nama, misalnya, dapat menyebabkan publikasi dari penulis yang sama terbaca sebagai milik dua orang berbeda. Begitu pula dengan variasi kata kunci yang sebenarnya merujuk pada konsep serupa. Jika tidak diperiksa, kondisi tersebut dapat memengaruhi hubungan antarelemen dalam jaringan dan mengubah gambaran struktur penelitian yang dihasilkan (Zupic & Čater, 2015; Donthu et al., 2021). Dalam penelitian ini, Datasort hanya digunakan sebagai alat bantu pengelolaan data awal. Oleh karena itu, setiap perubahan dan keputusan selama pembersihan data tetap perlu dicatat agar proses pengolahan dapat ditelusuri dan dilakukan kembali oleh peneliti lain.

Setelah data dinyatakan siap untuk dianalisis, VOSviewer digunakan untuk melihat bagaimana topik penelitian saling terhubung dan bagaimana pola kerja sama terbentuk di antara para peneliti. Hubungan antarkata kunci dianalisis melalui keyword co-occurrence untuk mengetahui istilah yang sering digunakan secara bersamaan dalam publikasi. Dari hubungan tersebut, dapat dikenali kelompok tema yang memiliki kedekatan konseptual. Sementara itu, analisis co-authorship digunakan untuk melihat hubungan kolaborasi antarpenulis, institusi, maupun negara. VOSviewer memungkinkan berbagai bentuk hubungan bibliometrik ditampilkan dalam jaringan visual, termasuk hubungan ko-sitasi, bibliographic coupling, ko-kepenulisan, dan ko-kemunculan kata kunci (van Eck &

Waltman, 2010). Dalam membaca hasil pemetaan, perhatian diberikan pada ukuran simpul (node), kekuatan hubungan antarsimpul, kepadatan jaringan, serta pembentukan klaster. Meski demikian, ukuran simpul yang besar atau hubungan yang kuat tidak serta-merta menunjukkan bahwa suatu penelitian memiliki kualitas lebih baik. Visualisasi tersebut terutama memperlihatkan pola keterhubungan berdasarkan data yang dianalisis. Hasil pemetaan juga dapat berubah ketika peneliti menggunakan batas minimum kemunculan, unit analisis, metode penghitungan, atau pengaturan normalisasi yang berbeda (Waltman et al., 2010). Karena alasan tersebut, parameter yang digunakan dalam proses pemetaan dan dasar pemilihan item perlu dijelaskan agar pembaca memahami bagaimana jaringan tersebut terbentuk.

Selain menggunakan VOSviewer, penelitian ini memanfaatkan Biblioshiny untuk melihat perkembangan publikasi dan karakteristik bidang penelitian dari sisi yang berbeda. Biblioshiny merupakan antarmuka berbasis web dari paket Bibliometrix yang memungkinkan pengolahan data bibliometrik tanpa harus menjalankan seluruh analisis secara langsung melalui perintah pemrograman R. Melalui perangkat ini, perkembangan jumlah publikasi dari tahun ke tahun dapat diamati, termasuk kontribusi penulis, jurnal, institusi, dan negara yang terlibat dalam bidang kajian. Analisis juga mencakup jumlah sitasi serta indikator kepengarangan yang tersedia dalam data. Bibliometrix sendiri dikembangkan untuk membantu peneliti menganalisis kinerja publikasi sekaligus memetakan hubungan konseptual, intelektual, dan sosial dalam suatu bidang keilmuan (Aria & Cuccurullo, 2017). Meskipun berbagai indikator tersebut dapat memberikan gambaran mengenai perkembangan penelitian, penafsirannya tetap perlu mempertimbangkan sumber data yang digunakan. Tidak semua publikasi memiliki cakupan indeksasi yang sama, dan kebiasaan mengutip juga dapat berbeda antara satu bidang keilmuan dan bidang lainnya. Kondisi ini membuat jumlah sitasi atau tingginya produktivitas seorang penulis tidak dapat langsung disamakan dengan kualitas penelitian yang dihasilkan. Seorang penulis yang banyak disitasi, misalnya, belum tentu menghasilkan penelitian dengan desain metodologis yang lebih kuat atau memberikan dampak pedagogis yang lebih besar. Oleh sebab itu, indikator bibliometrik dalam penelitian ini digunakan terutama untuk membaca pola produktivitas, keterlibatan peneliti, dan visibilitas publikasi dalam kumpulan artikel yang dianalisis (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2015).

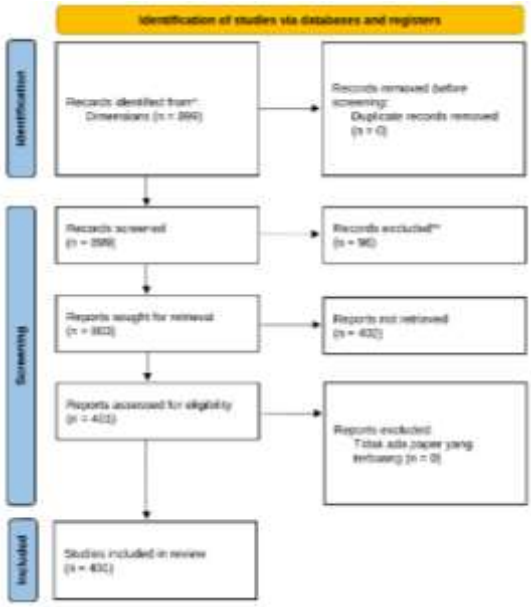
Biblioshiny juga digunakan untuk menelusuri perkembangan tema penelitian melalui thematic mapping dan thematic evolution map. Kedua analisis ini memberikan sudut pandang yang berbeda, tetapi saling melengkapi. Pemetaan tematik digunakan untuk mengetahui bagaimana tema-tema penelitian dikelompokkan berdasarkan hubungan antarkonsep, tingkat perkembangan, dan keterkaitannya dengan tema lain. Sementara itu, peta evolusi tematik membantu melihat perubahan fokus penelitian dari satu periode ke periode berikutnya. Melalui pemetaan tersebut, peneliti dapat mengamati tema yang mulai muncul, terus berkembang, mengalami pergeseran, atau terpecah menjadi beberapa arah kajian. Cobo et al. (2011) menjelaskan bahwa hubungan antartema pada periode yang berbeda dapat digunakan untuk memahami bagaimana struktur konseptual suatu bidang penelitian mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Akan tetapi, kemunculan suatu tema dalam peta tidak selalu menggambarkan seluruh persoalan yang dibahas dalam artikel. Dua penelitian dapat menggunakan kata kunci yang sama, tetapi memiliki tujuan, pendekatan, dan hasil yang cukup berbeda. Karena itu, analisis hubungan antarkata tetap perlu disertai pembacaan terhadap isi penelitian agar penafsiran tema tidak berhenti pada kemiripan istilah semata (Zupic & Čater, 2015). Penentuan rentang waktu analisis, pemilihan kata kunci, penyatuan istilah yang memiliki arti serupa, serta pengaturan lainnya juga perlu dicatat karena keputusan

tersebut dapat memengaruhi bentuk dan arah perkembangan tema yang terlihat dalam hasil pemetaan.

` Pada tahap terakhir, hasil dari VOSviewer dan Biblioshiny dibaca bersama dengan informasi yang telah dikumpulkan dalam matriks ekstraksi data. Langkah ini dilakukan agar pola yang terlihat dalam pemetaan bibliometrik dapat dipahami berdasarkan isi penelitian yang sebenarnya. Klaster kata kunci, hubungan kolaborasi, perkembangan jumlah publikasi, indikator kepengarangan, dan perubahan tema dibandingkan dengan karakteristik masing-masing artikel. Perbandingan tersebut mencakup fokus penelitian, konteks pendidikan, desain yang digunakan, bentuk pemanfaatan teknologi atau intervensi, instrumen pengukuran, hasil kognitif dan pedagogis, serta keterbatasan yang dilaporkan oleh penulis. Dengan menggabungkan kedua sumber analisis ini, penelitian tidak hanya menunjukkan tema yang banyak dibicarakan, tetapi juga dapat menelaah bagaimana tema tersebut diteliti dan persoalan apa yang masih belum terjawab. Pemetaan bibliometrik membantu memberikan gambaran umum mengenai perkembangan dan hubungan antarpublikasi, sedangkan data hasil ekstraksi digunakan untuk memahami karakteristik serta kekuatan dan keterbatasan bukti yang tersedia. Sebagai contoh, suatu tema mungkin terlihat dominan karena sering muncul dalam kata kunci, tetapi pembacaan terhadap artikel primer dapat menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian pada tema tersebut masih menggunakan desain tertentu atau belum mengukur hasil pembelajaran secara langsung. Perbedaan semacam ini menjadi bahan pertimbangan dalam mengidentifikasi celah penelitian. Dengan demikian, kesimpulan mengenai persoalan metodologis dan arah penelitian selanjutnya tidak hanya didasarkan pada frekuensi kata kunci atau posisi suatu simpul dalam jaringan. Penafsiran dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian antara pola bibliometrik dan informasi yang benar-benar dilaporkan dalam studi primer. Analisis bibliometrik sendiri memiliki batasan karena hanya dapat menggambarkan hubungan, produktivitas, tingkat visibilitas, dan perubahan tema dalam literatur. Hasilnya tidak dapat digunakan secara langsung untuk membuktikan hubungan sebab akibat, keberhasilan suatu pendekatan pembelajaran, atau kualitas metodologis penelitian. Oleh karena itu, pencatatan proses pengolahan data, keterbukaan dalam menjelaskan keputusan analisis, serta pembacaan hasil berdasarkan konteks setiap artikel tetap diperlukan agar temuan yang dihasilkan dapat diperiksa kembali dan memiliki dasar penafsiran yang jelas (Donthu et al., 2021; Moral-Muñoz et al., 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi Literatur



Gambar 1. Alur Prisma 2020

Seleksi literatur dalam penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Pencarian awal melalui basis data Dimensions menghasilkan 899 artikel yang berkaitan dengan topik penelitian. Dari seluruh artikel tersebut, tidak ditemukan data duplikat sehingga tidak ada artikel yang perlu dihapus sebelum proses penyaringan (n = 0). Selanjutnya, seluruh artikel diperiksa berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Copyright © 2026: Nur Asiah, Athaillah Farrel Inandra, Slamet Pamuji, Alfa Kenedi Mainassy, Eogenie Lakilaki, & Muhammad Rizky.

Hasil penyaringan menunjukkan bahwa 96 artikel tidak memenuhi kriteria dan dikeluarkan dari proses seleksi. Dengan demikian, tersisa 803 artikel yang dilanjutkan ke tahap penelusuran teks lengkap. Pada tahap ini, sebanyak 402 dokumen tidak berhasil diperoleh sehingga hanya 401 artikel yang dapat diperiksa lebih lanjut untuk menentukan kelayakannya. Setelah dilakukan penilaian terhadap seluruh artikel yang tersedia, tidak ditemukan artikel yang perlu dikeluarkan kembali (n = 0). Artinya, seluruh 401 artikel yang berhasil diperoleh dinyatakan memenuhi kriteria inklusi. Jumlah tersebut kemudian ditetapkan sebagai korpus akhir yang digunakan dalam analisis bibliometrik mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia.

Informasi Utama



Gambar 2. Informasi Utama

Berdasarkan hasil analisis *Main Information* melalui Biblioshiny, publikasi ilmiah mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia yang terkumpul dalam penelitian ini mencakup periode 2024–2026. Selama periode tersebut, terdapat 401 dokumen yang diterbitkan melalui 339 sumber publikasi yang berbeda. Jumlah sumber yang cukup beragam menunjukkan bahwa pembahasan mengenai transformasi digital pendidikan tersebar di berbagai wadah publikasi ilmiah.

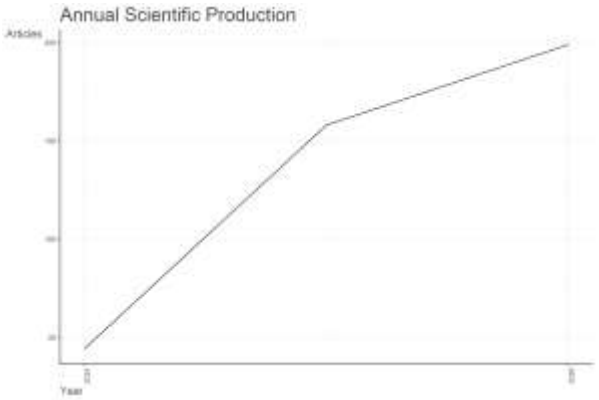
Dari sisi perkembangannya, korpus ini mencatat tingkat pertumbuhan tahunan (*Annual Growth Rate*) sebesar 112,67%. Angka tersebut memperlihatkan peningkatan aktivitas publikasi selama periode pengamatan, meskipun pertumbuhannya perlu dibaca dengan mempertimbangkan rentang waktu analisis yang relatif singkat. Selain itu, dokumen yang dianalisis tergolong baru, dengan rata-rata usia publikasi hanya 0,613 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar literatur dalam korpus berasal dari penelitian yang diterbitkan dalam waktu berdekatan dengan pelaksanaan analisis. Secara keseluruhan, publikasi tersebut memuat 5.828 referensi, sedangkan rata-rata sitasi yang diterima setiap dokumen tercatat sebesar 0,985. Rendahnya rata-rata sitasi ini perlu dilihat dalam kaitannya dengan usia publikasi yang masih muda, karena artikel yang baru diterbitkan umumnya belum memiliki banyak waktu untuk memperoleh sitasi dari penelitian lain.

Dari sisi kepengarangan, sebanyak 1.345 penulis tercatat berkontribusi dalam publikasi yang dianalisis. Di antara jumlah tersebut, terdapat 45 penulis yang menghasilkan publikasi dengan kepengarangan tunggal. Sementara itu, rata-rata jumlah penulis per dokumen mencapai 3,52 orang. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penulisan artikel secara bersama-sama lebih banyak ditemukan dibandingkan publikasi yang dikerjakan oleh satu penulis.

Meski demikian, banyaknya penulis dalam satu artikel belum tentu menunjukkan bahwa jaringan kolaborasi antarkelompok penelitian telah terbentuk secara luas. Hal ini terlihat dari persentase *International Co-Authorship* yang hanya mencapai 2,244%, sehingga publikasi yang melibatkan kerja sama penulis dari berbagai negara masih menjadi bagian kecil dari keseluruhan korpus.

Dengan demikian, penelitian mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia menunjukkan kecenderungan kerja sama dalam penulisan artikel, tetapi keterlibatan peneliti lintas negara masih relatif terbatas. Temuan ini memberikan gambaran bahwa pengembangan kolaborasi internasional masih memiliki ruang untuk diperluas, terutama dalam mendorong pertukaran perspektif dan memperkaya pendekatan penelitian pada bidang tersebut.

Perkembangan Publikasi, Pengaruh Sitasi, dan Pola Kolaborasi

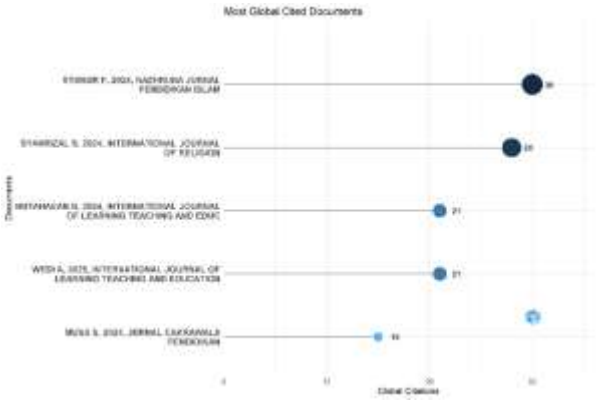


Gambar 3. Analisis Trend Publikasi

Hasil analisis *Annual Scientific Production* melalui Biblioshiny memperlihatkan adanya peningkatan jumlah publikasi ilmiah yang membahas transformasi digital pendidikan di Indonesia selama periode 2024–2026. Pada tahun 2024, tercatat sebanyak 44 artikel yang diterbitkan. Jumlah tersebut meningkat cukup tajam pada tahun 2025 menjadi 158 artikel, atau bertambah sebesar 259,09% dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan ini kembali terlihat pada tahun 2026, ketika jumlah publikasi mencapai 199 artikel dengan pertumbuhan sebesar 25,95% dari tahun 2025. Jika dilihat secara keseluruhan, terdapat 401 artikel yang dipublikasikan sepanjang periode pengamatan tersebut. Jumlah publikasi pada tahun 2026 juga tercatat 352,27% lebih tinggi dibandingkan tahun 2024. Perubahan ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia semakin banyak mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir, meskipun laju pertumbuhannya tidak sama pada setiap tahun.

Meningkatnya jumlah publikasi tersebut memberikan gambaran bahwa transformasi digital pendidikan semakin sering menjadi fokus penelitian di kalangan akademisi. Kenaikan paling besar terjadi antara tahun 2024 dan 2025, sementara pada tahun berikutnya jumlah publikasi masih bertambah, tetapi dengan persentase pertumbuhan yang lebih rendah.

Pola ini menunjukkan perkembangan aktivitas penelitian yang cukup cepat dalam korpus yang dianalisis. Dari sudut pandang bibliometrik, kecenderungan tersebut dapat dikaitkan dengan gagasan pertumbuhan literatur ilmiah yang dikemukakan melalui *Price's Law*, yaitu bahwa produksi pengetahuan dalam suatu bidang dapat berkembang secara eksponensial. Namun, data yang hanya mencakup tiga tahun belum cukup untuk memastikan bahwa pertumbuhan publikasi benar-benar mengikuti pola eksponensial. Temuan ini lebih tepat dipahami sebagai indikasi meningkatnya aktivitas dan perhatian penelitian terhadap transformasi digital pendidikan di Indonesia. Bertambahnya jumlah artikel juga menunjukkan bahwa bidang tersebut terus dikaji dari berbagai sudut pandang, meskipun tingkat kematangan keilmuan dan kontribusi masing-masing penelitian masih perlu ditelaah melalui analisis lebih lanjut.



Gambar 4. *Most Global Cited Documents*

Hasil analisis *Most Global Cited Documents* melalui Biblioshiny menunjukkan bahwa terdapat lima artikel dengan jumlah sitasi global tertinggi dalam korpus penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia. Artikel yang ditulis oleh Syukur F (2024) dan diterbitkan dalam *Nazhruna Jurnal Pendidikan Islam* menempati posisi pertama dengan 30 sitasi. Jumlah tersebut merupakan yang tertinggi dibandingkan artikel lainnya dalam hasil pemetaan. Di posisi berikutnya terdapat artikel karya Syahrizal S (2024) yang dipublikasikan melalui *International Journal of Religion* dengan 28 sitasi.

Selisih yang relatif kecil antara kedua artikel ini menunjukkan bahwa keduanya memiliki tingkat visibilitas sitasi yang cukup berdekatan. Meskipun demikian, jumlah sitasi yang lebih tinggi tidak secara langsung menunjukkan bahwa suatu artikel memiliki kualitas metodologis atau kontribusi ilmiah yang lebih baik.

Pada posisi ketiga dan keempat, terdapat artikel karya Hutahaean B (2024) dan Wedi A (2025) yang masing-masing memperoleh 21 sitasi. Kedua artikel tersebut diterbitkan dalam *International Journal of Learning, Teaching and Education*. Menariknya, artikel Wedi A yang terbit pada tahun 2025 telah memperoleh jumlah sitasi yang sama dengan artikel Hutahaean B yang diterbitkan satu tahun sebelumnya. Sementara itu, posisi kelima ditempati oleh Musa S (2024) melalui artikelnya dalam *Jurnal Cakrawala Pendidikan* dengan 15 sitasi global. Perbedaan jumlah sitasi di antara kelima artikel tersebut memperlihatkan bahwa perhatian peneliti terhadap publikasi dalam korpus tidak tersebar secara merata. Ada sejumlah artikel yang lebih sering dirujuk, meskipun semuanya diterbitkan dalam rentang waktu yang relatif berdekatan.

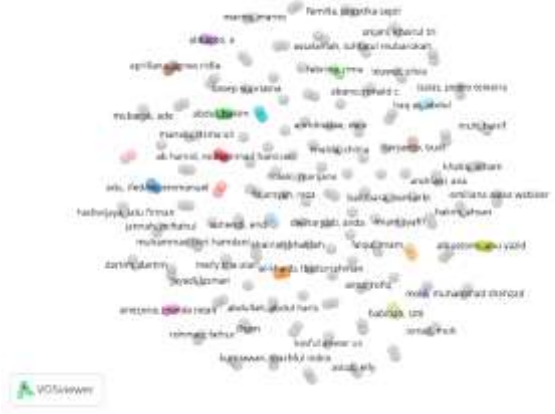
Jika dilihat dari tahun penerbitannya, kelima artikel tersebut berasal dari periode 2024–2025. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa publikasi yang tergolong baru telah memperoleh perhatian dari penelitian lain dalam waktu yang cukup singkat. Artikel dengan jumlah sitasi tertinggi juga tersebar pada jurnal yang memiliki cakupan pendidikan Islam, kajian agama, serta pembelajaran dan pendidikan secara lebih luas. Sebaran ini memberikan gambaran bahwa pembahasan transformasi digital pendidikan di Indonesia tidak hanya muncul dalam satu kelompok kajian, tetapi juga mendapat perhatian dari berbagai bidang yang berkaitan dengan pendidikan.

Namun, tingginya jumlah sitasi belum tentu berarti bahwa artikel tersebut menjadi landasan utama bagi seluruh penelitian dalam bidang ini. Jumlah sitasi dapat dipengaruhi oleh usia publikasi, cakupan indeksasi, tingkat keterjangkauan artikel, dan kebiasaan mengutip dalam masing-masing bidang keilmuan. Oleh karena itu, hasil pemetaan ini lebih tepat dipahami sebagai gambaran mengenai artikel yang memiliki visibilitas sitasi relatif tinggi dalam korpus yang dianalisis. Untuk mengetahui kontribusi intelektual dan kedudukan artikel-artikel tersebut dalam perkembangan penelitian transformasi digital pendidikan, diperlukan penelaahan lebih lanjut terhadap isi, pendekatan, serta temuan yang dilaporkan dalam masing-masing publikasi.

Dominasi sitasi dalam analisis Most Global Cited Documents menunjukkan bahwa sejumlah artikel memperoleh perhatian dan digunakan sebagai rujukan lebih sering dibandingkan publikasi lainnya dalam korpus penelitian. Dalam hal ini, artikel Syukur F (2024) dengan 30 sitasi dan Syahrizal S (2024) dengan 28 sitasi menempati posisi teratas, sehingga keduanya memiliki visibilitas sitasi yang relatif lebih tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kedua publikasi tersebut lebih sering dirujuk dalam literatur yang terindeks oleh basis data yang digunakan. Namun, dominasi sitasi tidak selalu mencerminkan keunggulan kualitas ilmiah, kekuatan metodologis, atau besarnya kontribusi artikel terhadap praktik pendidikan. Jumlah sitasi juga dapat dipengaruhi oleh waktu penerbitan, relevansi topik, jangkauan pembaca, dan keterindeksan publikasi. Menariknya, artikel Wedi A (2025) telah memperoleh 21 sitasi meskipun diterbitkan lebih baru dibandingkan beberapa artikel lain dalam kelompok lima besar. Hal ini memperlihatkan bahwa perhatian terhadap suatu publikasi tidak selalu ditentukan oleh lamanya artikel tersebut tersedia.

Dengan demikian, dominasi sitasi dalam penelitian ini lebih tepat dimaknai sebagai tingkat keterlihatan dan frekuensi penggunaan suatu artikel sebagai rujukan dalam jaringan publikasi ilmiah, bukan sebagai bukti langsung bahwa artikel tersebut paling berkualitas atau paling berpengaruh terhadap perubahan praktik pembelajaran. Penilaian mengenai kontribusi ilmiah yang lebih mendalam tetap memerlukan pemeriksaan

terhadap isi, temuan, dan hubungan konseptual setiap artikel dengan perkembangan kajian transformasi digital pendidikan di Indonesia.

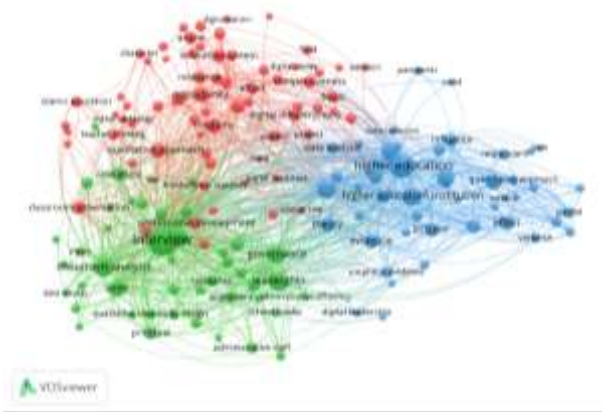


Gambar 5. Analisis Pola Kolaborasi Vosviewer

Hasil visualisasi jaringan *co-authorship* menggunakan VOSviewer memperlihatkan bahwa kolaborasi antarpeneliti dalam kajian transformasi digital pendidikan di Indonesia masih tersebar dalam kelompok-kelompok kecil yang belum banyak terhubung satu sama lain. Sebagian besar simpul (*nodes*) terlihat berdiri sendiri atau hanya memiliki hubungan dengan beberapa penulis, tanpa menunjukkan adanya kelompok besar yang menjadi pusat jaringan. Beberapa klaster kolaborasi memang terbentuk, tetapi umumnya hanya melibatkan dua hingga tiga penulis.

Pola ini menunjukkan bahwa kerja sama penelitian masih banyak berlangsung dalam lingkup tim yang terbatas. Namun, kedekatan hubungan tersebut belum tentu menunjukkan bahwa para penulis berasal dari institusi yang sama, karena informasi afiliasi perlu diperiksa lebih lanjut untuk memastikan hal tersebut. Selain itu, belum terlihat adanya penulis yang berperan sebagai penghubung utama di antara berbagai kelompok kolaborasi. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa hubungan antarkelompok peneliti dalam korpus yang dianalisis masih relatif terbatas. Meski jumlah publikasi menunjukkan perkembangan, peningkatan tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh terbentuknya jaringan kolaborasi yang lebih luas. Temuan ini membuka peluang untuk memperkuat kerja sama antarpeneliti, terutama melalui penelitian lintas institusi dan lintas disiplin, agar pertukaran pengetahuan dan pengembangan kajian transformasi digital pendidikan di Indonesia dapat berlangsung secara lebih terhubung.

Struktur Intelektual dan Konseptual Penelitian



Gambar 6. Pemetaan *Co-occurrence*

Hasil pemetaan *co-occurrence titlte and abtract* menggunakan VOSviewer memperlihatkan bahwa penelitian mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia membentuk tiga klaster utama yang memiliki fokus pembahasan berbeda, tetapi tetap saling berkaitan. Ketiga klaster tersebut menggambarkan bagaimana peneliti membahas transformasi digital dari berbagai sudut pandang, mulai dari kesiapan sistem pendidikan, kepemimpinan dan pengelolaan lembaga, hingga penggunaan teknologi di perguruan tinggi. Perbedaan ini juga terlihat dari istilah metodologis yang muncul dalam masing-masing kelompok. Dengan demikian, pemetaan kata kunci tidak hanya memberikan gambaran mengenai tema yang banyak diteliti, tetapi juga memperlihatkan kecenderungan pendekatan penelitian yang digunakan dalam literatur.

Klaster pertama, yang ditampilkan dengan warna merah, banyak membahas sistem pendidikan, kesiapan infrastruktur, dan penerapan pedagogi digital. Istilah seperti *education system*, *opportunity*, *competitiveness*, *digital infrastructure*, dan *digital divide* menunjukkan bahwa perhatian peneliti tidak hanya tertuju pada peluang penggunaan teknologi, tetapi juga pada persoalan yang muncul ketika teknologi diterapkan dalam lingkungan pendidikan. Salah satu persoalan yang

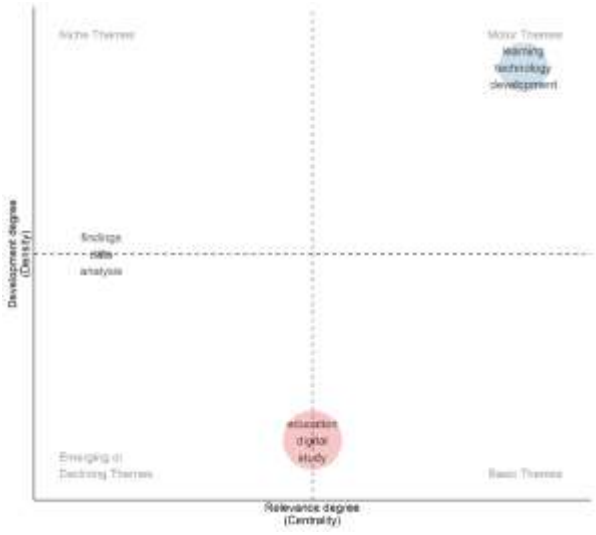
terlihat adalah kesenjangan akses dan ketersediaan infrastruktur digital. Di sisi lain, kemunculan istilah *digital pedagogy* dan *teacher training* menunjukkan adanya perhatian terhadap kemampuan guru dalam menyesuaikan praktik pembelajaran dengan perkembangan teknologi. Istilah *islamic education* juga muncul dalam kelompok ini, yang mengindikasikan bahwa pendidikan Islam menjadi salah satu konteks yang dibahas dalam penelitian transformasi digital. Namun, istilah tersebut belum cukup untuk memastikan jenis lembaga pendidikan yang paling banyak diteliti tanpa pemeriksaan lebih lanjut terhadap artikel terkait. Dari sisi metode, kemunculan *qualitative approach* memperlihatkan bahwa pendekatan kualitatif menjadi salah satu cara yang digunakan peneliti untuk memahami pengalaman, kesiapan, dan tantangan penerapan teknologi dalam pendidikan.

Klaster kedua, yang berwarna hijau, lebih banyak berkaitan dengan kepemimpinan, tata kelola, dan pengembangan kemampuan sumber daya manusia di lembaga pendidikan. Kata kunci seperti *leadership*, *governance*, *principal*, dan *professional development* menunjukkan bahwa transformasi digital juga dibahas dari sisi pengelolaan organisasi, bukan hanya dari kegiatan pembelajaran di kelas. Perhatian terhadap kepala sekolah, misalnya, dapat dikaitkan dengan kebutuhan lembaga pendidikan untuk mengarahkan perubahan, mendukung kesiapan tenaga pendidik, dan mengembangkan praktik kerja yang sesuai dengan penggunaan teknologi. Kehadiran istilah *interview*, *document analysis*, *case study*, *classroom observation*, dan *qualitative case study design* memperlihatkan bahwa berbagai penelitian dalam kelompok ini menggunakan atau membahas teknik pengumpulan data dan rancangan penelitian kualitatif. Pola tersebut menunjukkan adanya perhatian terhadap proses dan pengalaman yang menyertai perubahan di lingkungan pendidikan. Meski demikian, hubungan antarkata kunci belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa seluruh penelitian dalam klaster ini berfokus pada pendidikan dasar dan menengah atau menggunakan desain kualitatif. Kesimpulan mengenai konteks dan metode penelitian tetap perlu diperiksa melalui karakteristik artikel yang tergabung dalam kelompok tersebut.

Berbeda dengan dua kelompok sebelumnya, klaster ketiga yang ditampilkan dengan warna biru lebih banyak memperlihatkan hubungan antara pendidikan tinggi dan pendekatan penelitian kuantitatif. Istilah *higher education* dan *lecturer* menunjukkan bahwa perguruan tinggi menjadi salah satu lingkungan pendidikan yang mendapat perhatian dalam kelompok ini. Sementara itu, kemunculan kata kunci *quantitative approach*, *effect*, *influence*, *variance*, *SEM*, dan *respondent* memperlihatkan adanya kecenderungan penelitian yang menggunakan pengukuran variabel serta pengujian hubungan melalui pendekatan statistik. Penelitian dalam kelompok ini tampaknya lebih banyak diarahkan untuk memahami keterkaitan antara penggunaan teknologi dan berbagai faktor yang menyertainya. Namun, istilah *effect* dan *influence* tidak selalu menunjukkan bahwa penelitian tersebut berhasil membuktikan hubungan sebab akibat, terutama apabila desain yang digunakan bersifat observasional. Hal lain yang menarik adalah munculnya kata kunci *pandemic* dan *covid*. Kedua istilah ini menunjukkan bahwa pandemi COVID-19 masih menjadi salah satu konteks yang dibicarakan dalam literatur mengenai transformasi digital pendidikan tinggi. Meskipun demikian, keberadaannya dalam jaringan belum cukup untuk menyimpulkan bahwa pandemi merupakan penyebab utama perkembangan penelitian pada kelompok ini. Hubungan tersebut perlu dipahami melalui penelaahan isi dan latar belakang penelitian yang bersangkutan.

Jika ketiga klaster dibaca secara bersamaan, terlihat bahwa penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia memiliki kecenderungan pembahasan yang berbeda antara persoalan sistem pendidikan, pengelolaan lembaga, dan penerapan teknologi di perguruan tinggi. Klaster merah dan hijau lebih banyak memperlihatkan keterkaitan dengan istilah kualitatif,

terutama dalam pembahasan kesiapan infrastruktur, praktik pedagogis, kepemimpinan, dan tata kelola. Sementara itu, klaster biru menunjukkan hubungan yang lebih jelas dengan istilah pengukuran kuantitatif dan pendidikan tinggi. Perbedaan ini memberikan gambaran awal mengenai hubungan antara fokus kajian, konteks pendidikan, dan pendekatan metodologis yang muncul dalam literatur. Namun, batas antarklaster tidak berarti bahwa setiap kelompok penelitian berdiri sendiri atau menggunakan satu pendekatan yang sama. Klaster dalam VOSviewer terbentuk berdasarkan pola kemunculan dan kekuatan hubungan antarkata kunci, sehingga hasilnya lebih tepat digunakan untuk membaca kedekatan konseptual daripada mengelompokkan seluruh artikel secara mutlak. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, temuan ini menunjukkan perlunya penelitian yang menghubungkan persoalan infrastruktur, kesiapan pendidik, tata kelola, dan hasil pembelajaran dalam berbagai jenjang pendidikan. Analisis lanjutan terhadap artikel primer juga diperlukan untuk mengetahui apakah perbedaan pendekatan metodologis yang terlihat dalam jaringan benar-benar mencerminkan kecenderungan desain penelitian dalam korpus yang dianalisis.



Gambar 7. Peta Tematik

Hasil analisis *Thematic Map* melalui Biblioshiny memperlihatkan bagaimana tema penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia tersebar berdasarkan tingkat keterhubungan dengan tema lain (*centrality*) dan kekuatan hubungan di dalam kelompoknya (*density*). Kedua indikator tersebut membantu menjelaskan posisi masing-masing tema dalam struktur konseptual literatur. Tema dengan sentralitas tinggi umumnya memiliki hubungan yang lebih luas dengan kelompok tema lain, sedangkan densitas yang tinggi menunjukkan bahwa istilah-istilah dalam satu kelompok memiliki keterkaitan internal yang relatif kuat. Dari pemetaan yang dihasilkan, terlihat bahwa beberapa tema telah membentuk kelompok yang cukup berkembang, sementara kelompok lainnya masih berada pada posisi yang lebih umum atau memiliki hubungan terbatas dengan tema utama penelitian.

Pada kuadran kanan atas, yang dikenal sebagai *Motor Themes*, muncul kelompok kata kunci *learning*, *technology*, dan *development*. Posisi ini menunjukkan bahwa pembahasan mengenai pembelajaran, pemanfaatan teknologi, dan pengembangan pendidikan memiliki keterhubungan yang cukup kuat, baik di dalam kelompoknya maupun dengan tema lain. Ketiga istilah tersebut juga memperlihatkan bahwa perhatian peneliti banyak diarahkan pada bagaimana teknologi dikembangkan dan digunakan untuk mendukung proses pendidikan. Tingginya sentralitas dan densitas kelompok ini mengindikasikan bahwa tema tersebut telah membentuk jaringan konsep yang relatif berkembang dalam korpus yang dianalisis. Meski demikian, posisi sebagai *Motor Themes* tidak secara langsung menunjukkan bahwa seluruh penelitian dalam kelompok ini telah menghasilkan inovasi pembelajaran yang efektif atau memiliki kualitas metodologis yang lebih baik. Hasil pemetaan lebih tepat dipahami sebagai gambaran bahwa hubungan antara pembelajaran, teknologi, dan pengembangan menjadi salah satu bagian yang cukup menonjol dalam struktur literatur transformasi digital pendidikan di Indonesia.

Kelompok berikutnya memuat kata kunci *education*, *digital*, dan *study* yang berada di sekitar batas kuadran *Basic Themes* dan *Emerging or Declining Themes*.

Berbeda dengan kelompok sebelumnya, tema ini memiliki densitas yang relatif rendah dengan tingkat sentralitas yang berada pada kisaran menengah. Pola tersebut menunjukkan bahwa istilah pendidikan dan digitalisasi masih banyak digunakan sebagai konsep umum dalam berbagai penelitian, tetapi hubungan antarkata kunci di dalam kelompoknya belum terbentuk sekuat tema yang berada pada kuadran penggerak utama. Hal ini cukup dapat dipahami karena kata seperti *education* dan *digital* memiliki cakupan makna yang luas dan dapat digunakan dalam penelitian dengan fokus yang berbeda-beda.

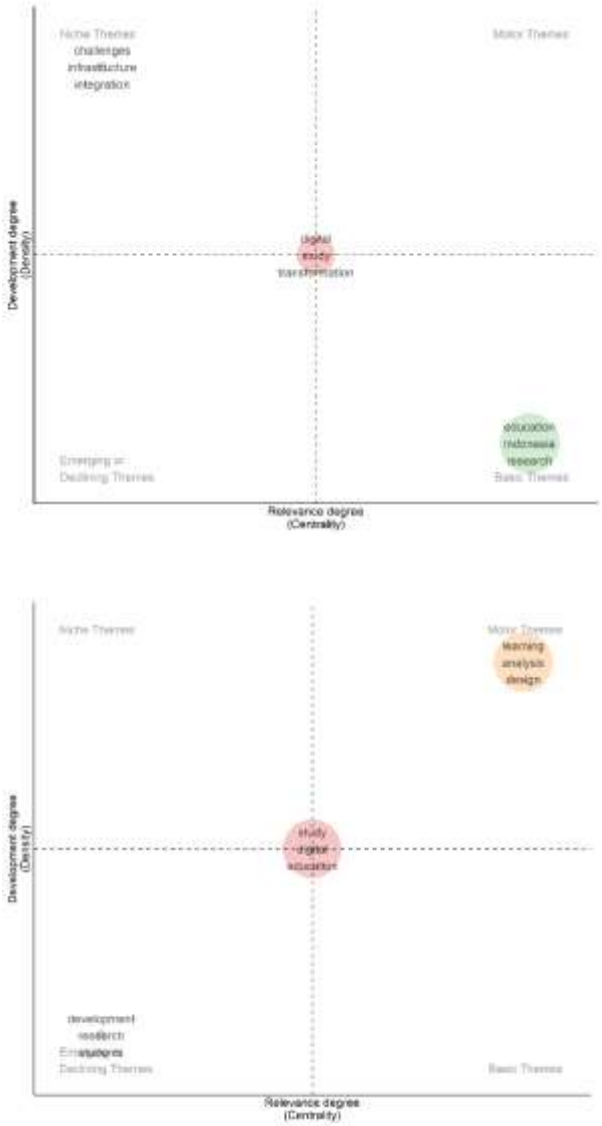
Sementara itu, istilah *study* lebih menggambarkan kosakata umum dalam penulisan ilmiah daripada suatu konsep pendidikan yang spesifik. Karena posisinya berada di sekitar batas dua kuadran, kelompok ini tidak dapat langsung dinyatakan sebagai tema yang sedang berkembang atau mengalami penurunan. Penafsiran mengenai arah perkembangannya masih memerlukan pemeriksaan terhadap perubahan frekuensi dan hubungan kata kunci dari waktu ke waktu.

Pada bagian kiri peta, terdapat kelompok yang terdiri atas kata kunci *findings*, *data*, dan *analysis*. Kelompok ini berada di sekitar perbatasan kuadran *Niche Themes* dan *Emerging or Declining Themes*, dengan tingkat sentralitas yang relatif rendah. Artinya, hubungan kelompok tersebut dengan tema-tema lain dalam jaringan tidak sekuat kelompok yang berada di bagian kanan peta. Namun, karakteristik kata kuncinya perlu diperhatikan sebelum menarik kesimpulan lebih jauh. Ketiga istilah tersebut lebih sering digunakan untuk menjelaskan proses penelitian, pengolahan data, atau penyajian hasil daripada menggambarkan persoalan khusus dalam transformasi digital pendidikan. Dengan demikian, kemunculannya sebagai kelompok tersendiri belum tentu menunjukkan adanya bidang kajian yang benar-benar terpisah. Pola ini justru dapat berkaitan dengan penggunaan istilah yang terlalu umum dalam metadata publikasi. Oleh karena itu, peninjauan kembali kata kunci dan penyaringan istilah metodologis yang kurang relevan dapat dipertimbangkan agar pemetaan berikutnya lebih mampu memperlihatkan tema substantif yang menjadi fokus penelitian.

Jika dilihat secara keseluruhan, peta tematik ini menunjukkan bahwa pembahasan mengenai pembelajaran, teknologi, dan pengembangan memiliki posisi yang cukup kuat dalam struktur konseptual penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia. Sementara itu, istilah yang berkaitan dengan pendidikan dan digitalisasi secara umum masih tersebar pada kelompok dengan tingkat pengembangan internal yang lebih rendah. Kehadiran kelompok kata kunci metodologis juga memperlihatkan bahwa hasil pemetaan dapat dipengaruhi oleh pilihan istilah yang digunakan dalam artikel. Perbedaan posisi antarkelompok tersebut memberikan gambaran mengenai bagaimana tema penelitian saling berhubungan, tetapi belum cukup untuk menentukan tingkat kematangan seluruh bidang kajian. Karena itu, hasil *Thematic Map* perlu dibaca bersama analisis *co-occurrence*, perkembangan tema antartahun, dan isi artikel primer. Melalui pembacaan tersebut, penelitian dapat menelusuri apakah kuatnya perhatian terhadap teknologi pembelajaran juga diikuti oleh kajian mengenai kesiapan pendidik, pemerataan akses, tata kelola pendidikan, dan perubahan praktik pedagogis. Hubungan antaraspek inilah yang dapat menjadi dasar untuk mengenali arah perkembangan serta peluang penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia pada masa mendatang.

Evolusi Tematik Pembelajaran Digital (2024–2026)





Gambar 8. Evolusi Peta Tematik

Untuk menjawab pertanyaan penelitian ketiga (RQ3), analisis evolusi tematik dilakukan dengan melihat perubahan fokus penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia antara periode 2024–2025 dan 2026. Pada periode 2024–2025, peta tematik memperlihatkan bahwa pembahasan masih banyak berkaitan dengan konsep dasar pendidikan dan berbagai persoalan yang menyertai penggunaan teknologi. Hal ini terlihat dari kemunculan kata kunci *education*, *indonesia*, dan *research* yang berada dalam kelompok tema dasar. Ketiga istilah tersebut menunjukkan bahwa penelitian pada periode awal masih banyak menggunakan konteks pendidikan Indonesia sebagai ruang pembahasan yang luas. Di sisi lain, terdapat kelompok kata kunci *challenges*, *infrastructure*, dan *integration* yang menempati posisi sebagai *Niche Themes*. Posisi ini menunjukkan bahwa persoalan infrastruktur, tantangan penerapan teknologi, dan proses integrasi digital telah membentuk kelompok pembahasan yang cukup kuat secara internal, tetapi hubungannya dengan tema lain masih relatif terbatas. Sementara itu, kata kunci *digital*, *study*, dan *transformation* berada pada bagian yang lebih sentral dalam peta, sehingga memperlihatkan keterkaitan antara pembahasan digitalisasi dan berbagai topik penelitian lainnya. Pola tersebut memberikan gambaran bahwa penelitian pada periode 2024–2025 tidak hanya membicarakan penggunaan teknologi secara umum, tetapi juga mulai memberikan perhatian pada kendala yang dihadapi lembaga pendidikan dalam menerapkannya.

Memasuki tahun 2026, terlihat adanya perubahan pada susunan dan posisi beberapa kelompok tema. Peta tematik periode kedua menunjukkan bahwa kata kunci *learning*, *analysis*, dan *design* menempati kuadran *Motor Themes*, yang mencerminkan hubungan internal dan keterkaitan antartema yang relatif kuat. Perubahan ini menunjukkan bahwa pembahasan mengenai proses pembelajaran, analisis, dan perancangan mulai memiliki posisi yang lebih menonjol dalam struktur literatur. Jika pada periode sebelumnya persoalan infrastruktur dan integrasi teknologi terlihat sebagai kelompok pembahasan tersendiri, pada tahun 2026 perhatian penelitian tampak semakin berkaitan dengan bagaimana teknologi digunakan dan dikaji dalam kegiatan pendidikan.

Meski demikian, kemunculan istilah *analysis* tidak selalu menunjukkan adanya pendekatan metodologis baru karena kata tersebut juga dapat digunakan untuk menjelaskan proses pengolahan data secara umum. Selain kelompok tema penggerak, terdapat pula kata kunci *development*, *research*, dan *students* yang berada pada wilayah *Emerging or Declining Themes*. Posisi ini memperlihatkan bahwa hubungan internal kelompok tersebut masih relatif lemah dan keterkaitannya dengan tema lain belum terlalu luas. Kehadiran istilah *students*

memberikan indikasi adanya perhatian terhadap peserta didik, sedangkan *development* menunjukkan keterkaitan dengan pembahasan pengembangan dalam pendidikan. Namun, posisi kelompok ini belum cukup untuk memastikan bahwa tema tersebut benar-benar baru muncul atau sedang mengalami pertumbuhan. Penilaian lebih lanjut tetap memerlukan pemeriksaan terhadap frekuensi kemunculan dan perkembangan pembahasannya dalam artikel yang dianalisis.

Perubahan hubungan antartema juga terlihat melalui diagram evolusi tematik berbentuk Sankey yang menghubungkan kelompok kata kunci dari kedua periode. Dalam diagram tersebut, tema *digital* pada periode 2024–2025 memiliki hubungan yang cukup menonjol dengan tema *study* pada tahun 2026. Hubungan ini menunjukkan adanya kesinambungan istilah atau konsep yang digunakan dalam kelompok penelitian pada dua periode berbeda. Dengan kata lain, pembahasan digitalisasi yang muncul pada periode awal masih memiliki keterkaitan dengan penelitian yang berkembang pada periode berikutnya, meskipun pengelompokan temanya mengalami perubahan. Selain itu, tema *education* dan *challenges* juga memperlihatkan hubungan dengan kelompok *learning* dan *development*. Pola ini menarik karena menunjukkan bahwa istilah yang sebelumnya berkaitan dengan konteks pendidikan dan tantangan penerapan teknologi kemudian muncul dalam hubungan tematik yang lebih dekat dengan pembelajaran dan pengembangan. Akan tetapi, aliran pada diagram Sankey tidak dapat langsung diartikan sebagai bukti bahwa penelitian mengenai tantangan infrastruktur telah menyebabkan munculnya penelitian tentang solusi pembelajaran. Hubungan tersebut terutama menggambarkan keterkaitan kata kunci antarkelompok berdasarkan metode pemetaan yang digunakan. Oleh karena itu, diagram evolusi lebih tepat dibaca sebagai petunjuk mengenai kesinambungan dan perubahan fokus literatur, bukan sebagai gambaran hubungan sebab akibat antara satu tema dan tema lainnya.

Jika kedua periode dibandingkan, terlihat bahwa penelitian transformasi digital pendidikan di Indonesia mengalami perubahan dalam penekanan tema yang dibahas. Pada tahun 2024–2025, perhatian penelitian tampak berkaitan dengan konsep umum digitalisasi pendidikan, kesiapan infrastruktur, dan berbagai tantangan integrasi teknologi. Sementara itu, pemetaan tahun 2026 menunjukkan posisi yang lebih menonjol bagi kelompok tema *learning*, *analysis*, dan *design*.

Perbedaan tersebut memberikan indikasi bahwa pembahasan mulai bergerak ke arah penggunaan, perancangan, dan pengkajian teknologi dalam proses pendidikan. Namun, perubahan posisi tema tidak berarti bahwa persoalan infrastruktur telah selesai atau tidak lagi menjadi perhatian peneliti. Begitu pula dengan munculnya kelompok *Motor Themes* pada tahun 2026 yang belum dapat digunakan sebagai dasar untuk menyatakan bahwa bidang penelitian ini telah mencapai kematangan akademis secara keseluruhan. Pemetaan hanya menunjukkan perubahan struktur hubungan antarkata kunci dalam korpus yang dianalisis. Dengan mempertimbangkan batasan tersebut, hasil evolusi tematik memberikan gambaran bahwa kajian transformasi digital pendidikan di Indonesia mulai memperlihatkan penekanan yang lebih kuat pada aspek pembelajaran dan pengembangan, tanpa sepenuhnya meninggalkan persoalan dasar yang telah dibahas sebelumnya. Perubahan ini membuka peluang bagi penelitian berikutnya untuk menelaah hubungan antara kesiapan teknologi, strategi pembelajaran, dan hasil pendidikan secara lebih mendalam. Analisis isi artikel tetap diperlukan untuk memastikan apakah perubahan tema tersebut benar-benar disertai perkembangan pendekatan metodologis dan bukti empiris yang lebih kuat.

Kesenjangan Penelitian dan Arah Kajian



Gambar 9. Celah Penelitian dan Arah Kajian

Untuk menjawab pertanyaan penelitian keempat (RQ4), hasil sintesis terhadap enam artikel menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa aspek transformasi digital pendidikan di Indonesia yang belum banyak mendapat perhatian dalam penelitian. Salah satunya adalah pendidikan vokasi, terutama mengenai kesesuaian antara penerapan teknologi digital di lembaga pendidikan dan kebutuhan keterampilan yang berkembang di dunia industri. Persoalan ini menarik untuk diteliti karena penggunaan teknologi dalam pembelajaran belum tentu berjalan searah dengan tuntutan kompetensi di lingkungan kerja. Selain itu, hubungan antara transformasi digital dan Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development* atau ESD) juga masih terbatas dalam literatur yang dikaji. Padahal, pengembangan teknologi pendidikan dapat dipertimbangkan bersama dengan kebutuhan keberlanjutan sosial dan lingkungan. Celah lainnya berkaitan dengan kepemimpinan digital kepala sekolah, khususnya dalam konteks negara berkembang. Bukti empiris mengenai bagaimana kemampuan kepemimpinan digital berkaitan dengan kesiapan dan kemampuan sekolah menyesuaikan diri terhadap perubahan masih perlu diperluas. Ketiga persoalan tersebut menunjukkan bahwa penelitian transformasi digital tidak cukup hanya membahas penggunaan teknologi, tetapi juga perlu memperhatikan kesesuaiannya dengan kebutuhan pendidikan, kapasitas organisasi, dan arah pembangunan yang berkelanjutan.

Di samping celah penelitian tersebut, sintesis terhadap empat artikel mengungkap sejumlah tantangan yang masih dihadapi lembaga pendidikan dalam menjalankan transformasi digital. Hambatan yang muncul tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan perangkat atau jaringan internet, tetapi juga menyangkut kesiapan kurikulum, kemampuan pendidik, dan dukungan dari lingkungan institusi. Beberapa penelitian menyoroti kurikulum yang belum sepenuhnya mampu mengikuti perkembangan teknologi, terutama ketika keterampilan yang diajarkan belum sesuai dengan kebutuhan industri. Keterbatasan infrastruktur juga masih menjadi persoalan, khususnya bagi lembaga pendidikan di wilayah pedesaan yang memiliki akses teknologi lebih terbatas. Di sisi lain, tidak semua pendidik memiliki kesempatan dan kemampuan yang sama untuk mempelajari teknologi baru. Perbedaan literasi digital, beban kerja yang cukup tinggi, serta keraguan dalam menghadapi perubahan dapat memengaruhi kesiapan mereka untuk menggunakan teknologi dalam pembelajaran. Persoalan tersebut menjadi lebih sulit ketika lembaga pendidikan menghadapi keterbatasan anggaran dan belum memiliki sistem insentif yang mendukung pengembangan kemampuan digital. Dengan demikian, tantangan transformasi digital perlu dipahami sebagai persoalan yang saling berkaitan antara kebijakan, sumber daya, kesiapan individu, dan kondisi lembaga pendidikan, bukan semata-mata keterbatasan teknologi.

Berdasarkan persoalan yang ditemukan, empat artikel dalam sintesis ini juga memberikan sejumlah arahan bagi penelitian berikutnya. Salah satu kebutuhan yang muncul adalah pengembangan model transformasi digital yang dapat diterapkan pada berbagai kondisi lembaga pendidikan tanpa mengabaikan perbedaan sumber daya, karakteristik peserta didik, dan kesiapan tenaga pendidik. Model tersebut perlu diuji pada konteks yang berbeda untuk mengetahui sejauh mana pendekatan yang berhasil di satu lingkungan dapat digunakan pada lingkungan pendidikan lainnya. Penelitian

mengenai risiko penggunaan teknologi juga masih diperlukan, terutama untuk memahami cara lembaga pendidikan mengantisipasi persoalan yang mungkin muncul selama proses digitalisasi. Arah kajian lainnya berkaitan dengan pengembangan pembelajaran cerdas berbasis kecerdasan buatan yang memperhatikan penggunaan energi dan keberlanjutan lingkungan. Pendekatan *AI-driven low-carbon smart learning*, misalnya, dapat menjadi salah satu topik yang dikembangkan dengan tetap menempatkan kebutuhan manusia dan dampak lingkungan sebagai pertimbangan utama. Selain pengembangan model dan teknologi, penelitian mendatang juga perlu memberikan perhatian pada pengukuran hasil yang lebih jelas. Studi yang menilai perubahan produktivitas, efektivitas pengelolaan, maupun hasil pembelajaran berdasarkan data empiris dapat membantu memperkuat bukti yang tersedia. Penelitian longitudinal juga diperlukan untuk melihat apakah perubahan yang muncul setelah penerapan teknologi dapat bertahan dalam jangka panjang. Dengan cara ini, perkembangan transformasi digital tidak hanya dinilai berdasarkan tingkat penggunaan teknologi, tetapi juga berdasarkan perubahan yang dapat diamati dan diukur dalam praktik pendidikan.

Dari sisi penerapan, rekomendasi yang ditemukan dalam empat artikel memberikan gambaran mengenai beberapa langkah yang dapat dipertimbangkan oleh lembaga pendidikan dan pembuat kebijakan. Penguatan kepemimpinan digital menjadi salah satu kebutuhan, terutama untuk membantu kepala sekolah dan pengelola institusi memahami cara merencanakan, menjalankan, serta mengevaluasi penggunaan teknologi. Upaya ini perlu disertai pengembangan kemampuan guru melalui program pelatihan yang disesuaikan dengan tingkat keterampilan dan kebutuhan masing-masing pendidik. Pelatihan yang diberikan secara seragam belum tentu mampu menjawab persoalan yang berbeda di setiap sekolah. Selain itu, pemerataan infrastruktur digital perlu mendapat perhatian, khususnya di wilayah pedesaan yang masih menghadapi keterbatasan akses dan fasilitas pendukung. Pengembangan infrastruktur sebaiknya tidak hanya berfokus pada penyediaan perangkat, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan penggunaan dan kemampuan lembaga dalam mengelolanya. Pada tingkat kurikulum, penguatan literasi digital dan kecerdasan buatan dapat diintegrasikan dengan kegiatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menggunakan teknologi secara langsung dan bertanggung jawab. Kerja sama antara lembaga pendidikan dan dunia industri juga perlu diperluas, terutama dalam pendidikan vokasi, agar keterampilan yang dikembangkan melalui pembelajaran lebih sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Secara keseluruhan, rekomendasi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi digital memerlukan dukungan yang saling melengkapi antara kebijakan, kemampuan pendidik, kepemimpinan lembaga, infrastruktur, dan kemitraan. Meski demikian, rekomendasi ini masih bersumber dari sejumlah artikel yang terbatas sehingga penerapannya perlu disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan masing-masing lingkungan pendidikan.

PEMBAHASAN

Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai transformasi digital pendidikan di Indonesia mengalami peningkatan jumlah publikasi selama periode 2024–2026, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 112,67%. Perkembangan ini memperlihatkan semakin besarnya perhatian akademisi terhadap penggunaan dan pengembangan teknologi dalam pendidikan. Selain pertumbuhan publikasi, perubahan juga terlihat pada tema-tema yang dibahas dalam penelitian. Pada periode 2024–2025, perhatian peneliti masih banyak diarahkan pada persoalan dasar digitalisasi, terutama kesiapan infrastruktur, tantangan penerapan teknologi, dan proses integrasinya dalam lingkungan pendidikan. Beberapa persoalan tersebut membentuk kelompok tema khusus (*niche themes*) yang memiliki hubungan

internal cukup kuat, tetapi belum banyak terhubung dengan kelompok tema lainnya. Memasuki tahun 2026, pemetaan menunjukkan posisi yang lebih menonjol bagi tema *learning*, *analysis*, dan *design*, yang tergolong sebagai *motor themes*. Perubahan ini memberikan gambaran bahwa pembahasan mulai lebih banyak berkaitan dengan proses pembelajaran, perancangan, dan pengkajian penggunaan teknologi. Meski demikian, pergeseran posisi tema tidak berarti bahwa persoalan infrastruktur telah selesai atau bahwa bidang penelitian ini sudah mencapai kematangan pedagogis. Temuan tersebut lebih tepat dipahami sebagai perubahan penekanan kajian dalam korpus yang dianalisis, dari pembahasan mengenai kesiapan dan tantangan digitalisasi menuju perhatian yang lebih besar terhadap penerapannya dalam kegiatan pendidikan.

Di balik meningkatnya jumlah publikasi, pola kerja sama antarpeneliti masih memperlihatkan beberapa keterbatasan. Hasil visualisasi *co-authorship* menunjukkan bahwa hubungan kolaborasi cenderung terbentuk dalam kelompok-kelompok kecil yang belum banyak terhubung satu sama lain. Belum terlihat adanya penulis yang berperan sebagai penghubung utama di antara berbagai kelompok tersebut. Kondisi ini sejalan dengan rendahnya persentase *International Co-Authorship*, yang hanya mencapai 2,244% dari keseluruhan dokumen. Angka tersebut memperlihatkan bahwa publikasi yang melibatkan kerja sama penulis lintas negara masih relatif sedikit. Walaupun demikian, terbatasnya kolaborasi internasional tidak secara langsung menunjukkan rendahnya kualitas penelitian yang dihasilkan. Temuan ini justru memberikan gambaran mengenai peluang pengembangan kerja sama yang lebih luas, baik antarperguruan tinggi, lembaga penelitian, maupun peneliti dari negara berbeda. Dari sisi sitasi, beberapa artikel yang diterbitkan dalam jurnal pendidikan Islam, kajian agama, dan pendidikan umum memperoleh jumlah rujukan lebih tinggi dibandingkan publikasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sejumlah topik dalam kelompok tersebut memiliki visibilitas sitasi yang cukup menonjol. Namun, banyaknya sitasi belum tentu mencerminkan keunggulan metodologis atau besarnya dampak suatu penelitian terhadap praktik pendidikan. Usia publikasi yang masih relatif muda, cakupan indeksasi, dan relevansi topik juga dapat memengaruhi jumlah sitasi yang diperoleh. Karena itu, pola kolaborasi dan sitasi dalam penelitian ini lebih tepat digunakan untuk memahami hubungan antarpublikasi serta tingkat keterlihatan karya ilmiah, bukan sebagai ukuran tunggal kualitas penelitian.

Dari sisi struktur konseptual, pemetaan kata kunci memperlihatkan tiga kelompok pembahasan yang cukup menonjol dalam literatur transformasi digital pendidikan di Indonesia. Kelompok pertama berkaitan dengan sistem pendidikan, kesiapan infrastruktur, dan penerapan pedagogi digital. Dalam kelompok ini, perhatian peneliti banyak diarahkan pada peluang penggunaan teknologi, kesenjangan akses, serta kemampuan pendidik dalam menyesuaikan kegiatan pembelajaran. Kelompok kedua lebih berfokus pada kepemimpinan dan tata kelola lembaga pendidikan, termasuk peran kepala sekolah, pengembangan kemampuan tenaga pendidik, dan kesiapan organisasi dalam menghadapi perubahan. Sementara itu, kelompok ketiga memperlihatkan hubungan yang lebih kuat dengan pendidikan tinggi dan penggunaan pendekatan kuantitatif, termasuk pengujian hubungan antarvariabel melalui metode statistik seperti *Structural Equation Modeling* (SEM). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa transformasi digital diteliti melalui beragam konteks dan pendekatan, meskipun batas antara satu kelompok dan kelompok lainnya tidak selalu terpisah secara jelas. Di sisi lain, menguatnya pembahasan mengenai perancangan dan penggunaan teknologi dalam pembelajaran tidak berarti bahwa persoalan dasar digitalisasi telah kehilangan relevansinya. Kesenjangan akses teknologi, kemampuan digital guru, kesiapan institusi, dan tantangan dalam menghadapi perubahan tetap muncul sebagai bagian dari literatur yang dianalisis. Persoalan tersebut perlu mendapat perhatian karena

penerapan teknologi dalam pembelajaran berlangsung pada kondisi pendidikan yang tidak selalu sama. Dengan demikian, pengembangan inovasi pembelajaran digital perlu dipahami bersama dengan kesiapan sumber daya dan lingkungan pendidikan tempat teknologi tersebut digunakan.

Temuan tersebut memberikan beberapa pertimbangan bagi pengembangan kebijakan dan praktik pendidikan di Indonesia. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah kemampuan pemimpin lembaga pendidikan dalam mengelola perubahan berbasis teknologi. Kepala sekolah dan pengelola institusi tidak hanya perlu memahami penggunaan perangkat digital, tetapi juga bagaimana teknologi dapat direncanakan, diterapkan, dan dievaluasi sesuai dengan kebutuhan lembaga. Penguatan kepemimpinan digital ini perlu berjalan bersama dengan pengembangan kompetensi pendidik. Program pelatihan guru, misalnya, sebaiknya disesuaikan dengan kemampuan awal, kebutuhan pembelajaran, serta kondisi kerja yang dihadapi, karena setiap pendidik memiliki tingkat kesiapan digital yang berbeda. Selain itu, pemerataan infrastruktur masih menjadi persoalan yang memerlukan perhatian, terutama bagi lembaga pendidikan di wilayah pedesaan yang menghadapi keterbatasan akses dan fasilitas pendukung. Penyediaan teknologi juga perlu mempertimbangkan kemampuan lembaga untuk menggunakan dan merawatnya secara berkelanjutan. Dalam pendidikan vokasi, penyesuaian kurikulum dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan dunia kerja menjadi arah pengembangan yang relevan. Penguatan literasi digital dan kecerdasan buatan dapat dipadukan dengan kegiatan pembelajaran praktis serta pemahaman mengenai penggunaan teknologi secara etis dan bertanggung jawab. Kerja sama dengan dunia industri juga dapat membantu lembaga pendidikan mengenali keterampilan yang dibutuhkan dalam lingkungan kerja. Meski demikian, berbagai rekomendasi tersebut perlu diterapkan dengan mempertimbangkan kondisi masing-masing institusi, bukan melalui pendekatan yang sama untuk seluruh jenjang dan wilayah pendidikan.

Meskipun memberikan gambaran mengenai perkembangan publikasi, struktur pengetahuan, kolaborasi ilmiah, dan perubahan tema, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Rentang pengamatan yang hanya mencakup tahun 2024–2026 membuat pola perkembangan jangka panjang belum dapat dijelaskan secara memadai. Terlebih lagi, data tahun 2026 belum mencakup satu tahun kalender penuh sehingga perubahan jumlah publikasi dan posisi tema perlu ditafsirkan berdasarkan waktu pengambilan data. Penelitian ini juga hanya menggunakan basis data Dimensions, sehingga publikasi yang tidak tercakup dalam basis data tersebut belum terwakili dalam hasil pemetaan. Selain itu, indikator bibliometrik tidak dapat digunakan secara langsung untuk menilai efektivitas penggunaan teknologi terhadap hasil pembelajaran atau memastikan kualitas metodologis setiap artikel. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu memperluas sumber dan periode pengamatan serta menggabungkan analisis bibliometrik dengan pemeriksaan bukti empiris yang lebih mendalam. Beberapa arah kajian yang dapat dikembangkan meliputi hubungan antara transformasi digital dan Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development* atau ESD), termasuk pengembangan pembelajaran cerdas berbasis kecerdasan buatan yang memperhatikan efisiensi energi dan dampak lingkungan. Penelitian mengenai kepemimpinan digital, kesiapan lembaga, serta kesesuaian keterampilan digital dengan kebutuhan industri juga masih perlu diperluas. Dari sisi metode, penggunaan desain longitudinal dan pengukuran produktivitas maupun hasil pembelajaran secara langsung dapat membantu menjelaskan perubahan yang terjadi setelah teknologi diterapkan dalam jangka waktu tertentu. Dengan demikian, penelitian mendatang tidak hanya diarahkan untuk mengetahui seberapa luas teknologi digunakan dalam pendidikan, tetapi juga memahami kondisi yang mendukung penerapannya,

manfaat yang dapat dibuktikan, serta tantangan yang masih dihadapi dalam berbagai konteks pendidikan di Indonesia.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kajian transformasi digital dalam pendidikan di Indonesia berkembang pesat selama periode 2024–2026, dengan pertumbuhan publikasi tahunan sebesar 112,67%, tetapi jejaring kolaborasi masih terfragmentasi dan keterlibatan penulis internasional terbatas. Pengaruh sitasi terkonsentrasi pada sejumlah publikasi, sedangkan struktur konseptual memperlihatkan tiga kelompok utama, yaitu infrastruktur dan pedagogi digital, kepemimpinan dan tata kelola pendidikan, serta pendidikan tinggi dengan pendekatan kuantitatif. Evolusi tematik menunjukkan pergeseran penekanan dari kesiapan dan tantangan digitalisasi menuju pembelajaran, analisis, dan perancangan teknologi, tanpa menandakan bahwa persoalan infrastruktur telah teratasi atau efektivitas pedagogis telah terbukti. Integrasi pemetaan bibliometrik dan telaah substantif mengidentifikasi kebutuhan penguatan bukti mengenai kepemimpinan digital, keselarasan pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri, serta hubungan digitalisasi dengan pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan. Temuan tersebut menegaskan pentingnya memahami transformasi digital melalui keterkaitan antara teknologi, kapasitas organisasi, kompetensi pendidik, dan kebutuhan pembelajaran.

Namun, cakupan satu basis data, pembatasan publikasi akses terbuka, periode pengamatan yang singkat, data tahun 2026 yang belum lengkap, serta terbatasnya artikel dalam sintesis substantif membatasi keterwakilan dan generalisasi hasil; indikator bibliometrik juga tidak secara langsung mengukur kualitas metodologis maupun dampak pendidikan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu memperluas sumber dan rentang pengamatan, menguji model hubungan antara kepemimpinan, kesiapan institusi, dan hasil pendidikan melalui desain longitudinal lintas konteks, serta mengembangkan pengukuran langsung terhadap hasil pembelajaran dan keberlanjutan penerapan teknologi. Bagi lembaga pendidikan dan pembuat kebijakan, prioritas yang dapat dipertimbangkan meliputi pelatihan pendidik sesuai kebutuhan, penguatan kepemimpinan digital, pemerataan infrastruktur, dan kemitraan pendidikan dengan industri, disertai evaluasi yang mempertimbangkan kondisi setiap institusi.

REFERENSI

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics, 11*(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Bettayeb, A. M., Abu Talib, M., Sobhe Altayasinah, A. Z., & Dakalbab, F. (2024). Exploring the impact of ChatGPT: Conversational AI in education. *Frontiers in Education, 9*, Article 1379796. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1379796

Büchter, R. B., Weise, A., & Pieper, D. (2020). Development, testing and use of data extraction forms in systematic reviews: A review of methodological guidance. *BMC Medical Research Methodology, 20*(1), Article 259. https://doi.org/10.1186/s12874-020-01143-3

Bui, T. T., & Nguyen, T. S. (2023). The survey of digital transformation in education: A systematic review. *International Journal of TESOL & Education, 3*(4), 32–51. https://doi.org/10.54855/ijte.23343

Casimiro Urcos, C. N., Casimiro Urcos, W. H., Alberca Pintado, N. E., Ostos Miraval, R. M., Carrasco Muñoz, M. A., & Piñas Rivera, L. C. (2026). Pedagogical innovation in digital environments: A systematic review focused on higher education. *F1000Research, 15*, Article 522. https://doi.org/10.12688/f1000research.176682.1

Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics, 5*(1), 146–166. https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002

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*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Horton, J., Vandermeer, B., Hartling, L., Tjosvold, L., Klassen, T. P., & Buscemi, N. (2010). Systematic review data extraction: Cross-sectional study showed that experience did not increase accuracy. *Journal of Clinical Epidemiology, 63*(3), 289–298. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.04.007

Huang, C., Yang, C., Wang, S., Wu, W., Su, J., & Liang, C. (2020). Evolution of topics in education research: A systematic review using bibliometric analysis. *Educational Review, 72*(3), 281–297. https://doi.org/10.1080/00131911.2019.1566212

Hutahaean, B., Telaumbanua, S., Tamba, L., Hutabarat, R. G. N., & Sumani. (2024). Analysis of innovative and adaptive higher education curriculum development to Education 5.0 based challenges in Indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 23*(4), 76–98. https://doi.org/10.26803/ijlter.23.4.5

Huynh, T., & Tran, L. T. (2023). Digitalisation of the teaching and learning for international students in higher education: A systematic review. *Journal of Comparative & International Higher Education, 15*(3), 63–80. https://doi.org/10.32674/jcihe.v15i3.4799

Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development, 68*(4), 1961–1990. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine, 6*(7), Article e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A., & Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El Profesional de la Información, 29*(1), Article e290103. https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03

Musa, S., Suherman, A. M., Sujarwo, & Nurhayati, S. (2024). Continuous professional growth: A study of educators' commitment to lifelong learning. *Jurnal Cakrawala Pendidikan, 43*(2), 502–512. https://doi.org/10.21831/cp.v43i2.66654

Ortega-Ochoa, E., Sabaté, J.-M., Arguedas, M., Conesa, J., Daradoumis, T., & Caballé, S. (2024). Exploring the utilization and deficiencies of generative artificial intelligence in students' cognitive and emotional needs: A systematic mini-review. *Frontiers in Artificial Intelligence, 7*, Article 1493566. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1493566

Pettalongi, S. S., Londol, M. M., & Umboh, S. E. (2024). Disparities in digital education: Socioeconomic barriers to accessing online learning resources. *International Journal of Social and Human, 1*(3), 181–189. https://doi.org/10.59613/be6gdv98

Piwowar, H., Priem, J., Larivière, V., Alperin, J. P., Matthias, L., Norlander, B., Farley, A., West, J., & Haustein, S. (2018). The state of OA: A large-scale analysis of the prevalence and impact of open access articles. *PeerJ, 6*, Article e4375. https://doi.org/10.7717/peerj.4375

Pudyastuti, Z. E., Palandi, J. F., & Sari, N. (2024). Peningkatan kompetensi guru di era digital dalam penerapan pembelajaran berbasis teknologi informasi. *Dharma Nusantara: Jurnal Ilmiah Pemberdayaan dan Pengabdian kepada Masyarakat, 1*(2), 31–38. https://doi.org/10.32664/dharma.v1i2.1157

Røe, Y., Wojniusz, S., & Bjerke, A. H. (2022). The digital transformation of higher education teaching: Four pedagogical prescriptions to move active learning pedagogy forward. *Frontiers in Education, 6*, Article 784701. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.784701

Ryan, R. E., Kaufman, C. A., & Hill, S. J. (2009). Building blocks for meta-synthesis: Data integration tables for summarising, mapping, and synthesising evidence on interventions for communicating with health consumers. *BMC Medical Research Methodology, 9*(1), Article 16. https://doi.org/10.1186/1471-2288-9-16

Shokraneh, F., & Adams, C. E. (2017). Increasing value and reducing waste in data extraction for systematic reviews: Tracking data in data extraction forms. *Systematic Reviews, 6*(1), Article 153. https://doi.org/10.1186/s13643-017-0546-z

Syahrizal, S., Yasmi, F., & Mary, T. (2024). AI-enhanced teaching materials for education: A shift towards digitalization. *International Journal of Religion, 5*(1), 203–217. https://doi.org/10.61707/j6sa1w36

Syukur, F., Maghfurin, A., Marhamah, U., & Jehwae, P. (2024). Integration of artificial intelligence in Islamic higher education: Comparative responses between Indonesia and Thailand. *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam, 7*(3), 531–553. https://doi.org/10.31538/nzh.v7i3.13

Taylor, K. S., Mahtani, K. R., & Aronson, J. K. (2021). Summarising good practice guidelines for data extraction for systematic reviews and meta-analysis. *BMJ Evidence-Based Medicine, 26*(3), 88–90. https://doi.org/10.1136/bmjebm-2020-111651

Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Villagrá-Sobrino, S., Giannoutsou, N., Cachia, R., Martínez-Monés, A., & Ioannou, A. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies, 28*(6), 6695–6726. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics, 4*(4), 629–635. https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002

Wedi, A., Mardiana, D., & Umiarso. (2025). Digital transformation model of Islamic religious education in the AI era: A case study of Madrasah Aliyah in East Java, Indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 24*(8), 842–863. https://doi.org/10.26803/ijlter.24.8.37

Zarceño García de Soriano, A. J., Agreda Montoro, M., & Ortiz Colón, A. M. (2024). Digital teaching competence and educational inclusion in higher education. A systematic review. *Electronic Journal of e-Learning, 22*(1), 31–45. https://doi.org/10.34190/ejel.22.1.3139

Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments, 11*(1), Article 28. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods, 18*(3), 429–472. https://doi.org/10.1177/1094428114562629