

## Tren dan Inovasi Penelitian *E-Learning* pada Pendidikan Matematika dalam Menghadapi Transformasi Digital: Analisis Bibliometrik

Astri Wahyuni<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Departemen Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Riau,  
Jl. Kaharuddin Nasution, Pekanbaru, Indonesia  
astriwahyuni@edu.uir.ac.id

### Abstract

This analysis aims to map trends and innovations in *E-Learning* research within mathematics education using a bibliometric approach to understand the development, collaboration, and research direction in this field. The data selection process was conducted using the PRISMA method, resulting in 164 relevant documents out of 213 initially retrieved from the Scopus database. The data were analyzed using R Program to examine publication trends and keyword evolution, and VOSviewer to visualize research networks and clusters. The results indicate that *E-Learning* research in mathematics education has developed significantly from 2002 to 2025, with a sharp increase in 2018 driven by the growing awareness of digital learning importance, particularly after the pandemic. The main focus of research lies in technology integration, student engagement, and the effectiveness of adaptive and interactive teaching processes in response to digital transformation. The evolution of topics shows a shift from foundational studies toward the development of more contextual and interactive digital learning models. Based on these findings, further exploration is recommended on “Contrastive Learning” as an innovative approach, as well as “Deep Learning” and Kurikulum Merdeka, in line with Indonesia’s national education priorities, to strengthen the development of intelligent, contextual, and competency-oriented *E-Learning* in mathematics education.

**Keywords:** *E-Learning*, Mathematics Education, Bibliometric Analysis

### Abstrak

Analisis ini bertujuan memetakan tren dan inovasi penelitian *E-Learning* dalam pendidikan matematika menggunakan pendekatan bibliometrik untuk memahami perkembangan, kolaborasi, dan arah penelitian di bidang tersebut. Proses seleksi dilakukan dengan metode PRISMA, sehingga dari 213 dokumen awal di database Scopus tersaring 164 dokumen yang relevan. Data dianalisis menggunakan R Program untuk melihat tren publikasi dan evolusi kata kunci, serta VOSviewer untuk memvisualisasikan jaringan dan kluster penelitian. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian *E-Learning* dalam pendidikan matematika berkembang signifikan sejak 2002 hingga 2025, dengan peningkatan tajam pada 2018 yang dipicu oleh kesadaran terhadap pentingnya pembelajaran digital pascapandemi. Fokus penelitian terlihat pada integrasi teknologi, peningkatan partisipasi siswa, serta efektivitas proses pengajaran yang adaptif terhadap transformasi digital. Evolusi topik menunjukkan pergeseran dari kajian dasar menuju pengembangan model pembelajaran digital yang kontekstual dan interaktif. Berdasarkan temuan tersebut, disarankan eksplorasi lanjutan pada tema “*Contrastive Learning*” sebagai pendekatan inovatif, serta “*Deep Learning*” dan Kurikulum Merdeka sebagai fokus kebijakan pendidikan nasional untuk memperkuat pengembangan *E-Learning* yang cerdas, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan kompetensi digital peserta didik.

**Kata kunci:** *E-Learning*, Pendidikan Matematika, Analisis Bibliometrik

Copyright (c) 2026 Astri Wahyuni

✉ Corresponding author: Astri Wahyuni

Email Address: astriwahyuni@edu.uir.ac.id (Jl. Kaharuddin Nasution, Pekanbaru, Indonesia)

Received 09 January 2026, Accepted 24 March 2026, Published 31 March 2026

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v10i1.4806>

## PENDAHULUAN

Pendidikan membentuk fondasi utama yang dapat mempengaruhi kualitas sumber daya manusia yang mampu beradaptasi dengan perubahan zaman (Wahyuni, Angraini, et al., 2025; Wahyuni, Kusumah, Martadiputra, Purwasih, et al., 2025). Melalui pendidikan, individu tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan adaptif terhadap tantangan global (Andrian et al., 2020; Hakim & Angga, 2023). Dalam era digital saat

ini, pendidikan dituntut untuk bertransformasi dengan memanfaatkan teknologi sebagai sarana untuk memperluas akses dan meningkatkan efektivitas pembelajaran (Wahyuni, Kusumah, Martadiputra, & Hendriyanto, 2025; Wahyuni & Rezeki, 2024). Integrasi teknologi dalam dunia pendidikan membuka peluang bagi terciptanya inovasi dalam proses belajar-mengajar yang lebih interaktif dan kontekstual. Salah satu bidang yang terus berkembang dan memanfaatkan kemajuan teknologi secara signifikan adalah pendidikan matematika.

Pendidikan matematika merupakan bidang yang berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, dan sistematis pada peserta didik (Wang et al., 2025). Melalui pembelajaran matematika, siswa dilatih untuk memahami konsep, memecahkan masalah, dan mengembangkan pola pikir kritis yang dapat diterapkan dalam berbagai situasi kehidupan (Sachdeva & Eggen, 2021; Setiana & Purwoko, 2021). Seiring perkembangan zaman, pendidikan matematika mengalami transformasi menuju pendekatan yang lebih kontekstual dan berpusat pada peserta didik (Tang, 2023). Inovasi dalam strategi pembelajaran terus dikembangkan untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa dengan memanfaatkan kemajuan teknologi digital. Salah satu bentuk inovasi yang banyak diadopsi dalam konteks tersebut yakni *E-Learning*.

*E-Learning* merupakan inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang memungkinkan proses belajar mengajar berlangsung secara fleksibel tanpa dibatasi ruang dan waktu (Rahma, 2024). Melalui sistem ini, interaksi antara pendidik dan peserta didik dapat dilakukan secara daring dengan dukungan berbagai media digital yang interaktif. Dalam pendidikan matematika, *E-Learning* berperan dalam membantu siswa meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis melalui aktivitas berbasis teknologi (Rosidin et al., 2025). Penerapan *E-Learning* juga mendorong guru untuk mengembangkan metode pembelajaran yang lebih kreatif dan adaptif terhadap kebutuhan belajar individual (El-Sabagh, 2021). Oleh karena itu, minat terhadap pengembangan dan implementasi sistem pembelajaran berbasis digital semakin meningkat, sebagaimana tercermin dalam berbagai penelitian mengenai *E-Learning*.

Penelitian mengenai *E-Learning* telah berkembang pesat seiring dengan meningkatnya penerapan teknologi digital dalam dunia pendidikan. Kajian ini tidak hanya berfokus pada efektivitas penggunaan *E-Learning*, tetapi juga pada tren, kolaborasi, dan arah perkembangan penelitian di berbagai bidang. Untuk memahami dinamika tersebut secara menyeluruh, analisis bibliometrik digunakan sebagai pendekatan ilmiah dalam memetakan pola publikasi dan kontribusi akademik di tingkat global. Beberapa studi sebelumnya berfokus pada analisis bibliometrik *E-Learning* di berbagai bidang seperti pendidikan kedokteran, kesehatan, dan gamifikasi untuk pembelajar muda (Behl et al., 2022; Djeki et al., 2022; Maulana et al., 2023; Oluwadele et al., 2023; Sweileh, 2021). Namun, seluruh studi tersebut masih terbatas pada konteks umum dan bidang kesehatan, sehingga belum ada yang membahas mengenai *E-Learning* dalam pendidikan matematika.

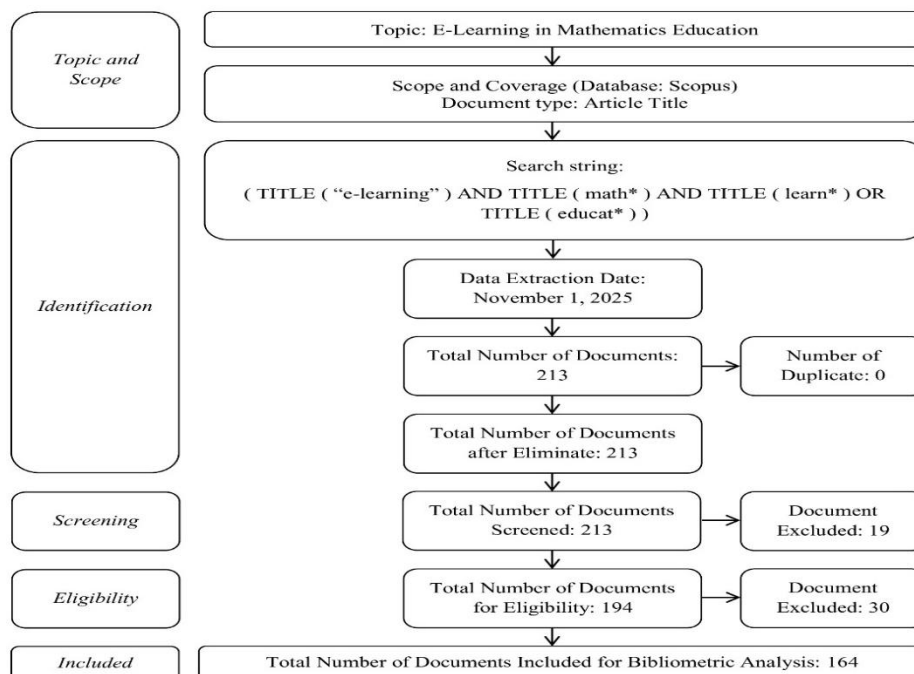
Tujuan dari analisis ini adalah untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan dan arah penelitian *E-Learning* dalam pendidikan matematika melalui pendekatan

bibliometrik. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peneliti global maupun Indonesia dalam memahami tren, kolaborasi, serta potensi pengembangan penelitian di bidang ini. Selain itu, temuan penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi strategis dalam memperkuat inovasi pembelajaran digital dan mendorong peningkatan kualitas pendidikan matematika di era transformasi teknologi.

**METODE**

Analisis ini berfokus pada tren dan inovasi penelitian *E-Learning* pada pendidikan matematika yang dianalisis menggunakan pendekatan bibliometrik. Pendekatan ini bertujuan untuk memetakan perkembangan penelitian, mengidentifikasi pola publikasi, serta menemukan kolaborasi dan topik yang paling banyak dikaji dalam bidang tersebut. Analisis bibliometrik merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi literatur ilmiah berdasarkan data publikasi, sitasi, dan kata kunci (Istiawanto et al., 2024; Ramadhani & Retnawati, 2024; Retnawati & Hidayat, 2025; Wahyuni et al., 2024; Zafrullah & Ramadhani, 2024). Melalui metode ini, peneliti dapat memperoleh gambaran komprehensif mengenai dinamika penelitian dan arah perkembangan keilmuan di masa depan. Dengan demikian, hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami evolusi dan arah penelitian *E-Learning* pada pendidikan matematika secara global.

Sebelum melakukan analisis bibliometrik, penulis terlebih dahulu menyeleksi dokumen menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Seleksi dengan PRISMA bertujuan untuk memastikan bahwa hanya dokumen yang relevan, valid, dan sesuai dengan kriteria yang disertakan dalam analisis (Page et al., 2021). Dengan penerapan metode ini, proses seleksi dokumen tersebut menjadi lebih sistematis dan transparan. Proses seleksi dokumen tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



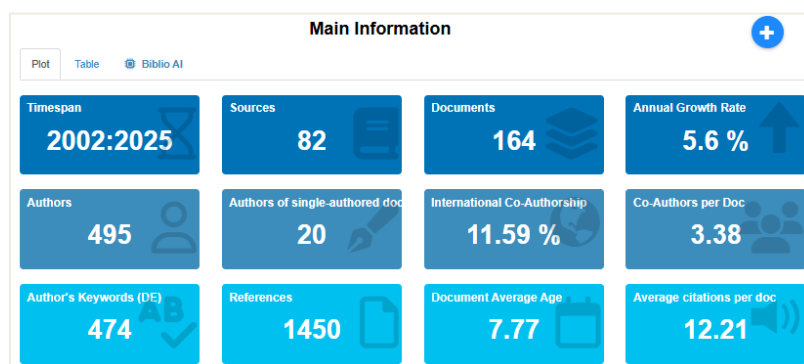
Gambar 1. Seleksi Dokumen dengan PRISMA (*Flowchart* dari Page et al. (2021))

Penulis menggunakan kata kunci “(TITLE(“E-Learning”) AND TITLE(math) AND TITLE(learn) OR TITLE(educat\*))” yang ditelusuri melalui database Scopus. Pemilihan Scopus didasarkan pada reputasinya sebagai salah satu basis data ilmiah terbesar dan paling kredibel di dunia, yang menyediakan akses luas terhadap publikasi bereputasi internasional (Pranckutė, 2021). Dengan menggunakan kata kunci tersebut pada tahap *Identification*, diperoleh sebanyak 213 dokumen yang sesuai dengan kriteria awal pencarian. Selanjutnya, pada tahap *Screening*, penulis membatasi jenis dokumen hanya pada artikel jurnal dan paper konferensi karena kedua jenis publikasi tersebut dianggap paling representatif dalam menggambarkan perkembangan penelitian ilmiah yang valid dan terverifikasi. Setelah proses penyaringan, diperoleh 194 dokumen yang memenuhi syarat. Pada tahap *Eligibility*, dilakukan peninjauan ulang terhadap seluruh dokumen tersebut untuk memastikan kesesuaian isi dengan topik penelitian, sehingga 30 dokumen dieliminasi dan tersisa 164 dokumen sebagai sampel akhir untuk dianalisis lebih lanjut.

Setelah mendapatkan jumlah dokumen yang sesuai, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis bibliometrik menggunakan R Program dan VOSviewer. Kedua perangkat lunak ini digunakan secara komplementer untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai tren dan arah penelitian. R Program digunakan untuk menganalisis informasi utama (*main information*), tren publikasi dari tahun ke tahun, serta evolusi kata kunci dalam bidang penelitian. Sementara itu, VOSviewer digunakan untuk memvisualisasikan jaringan keterkaitan antar kata kunci dan mengidentifikasi kelompok tema penelitian yang saling berhubungan. Hasil dari analisis ini juga membantu menemukan kata kunci baru yang berpotensi menjadi rekomendasi bagi peneliti masa depan.

## HASIL DAN DISKUSI

### Hasil



Gambar 2. Main Information pada Topik Tren dan Inovasi Penelitian *E-Learning* pada Pendidikan Matematika

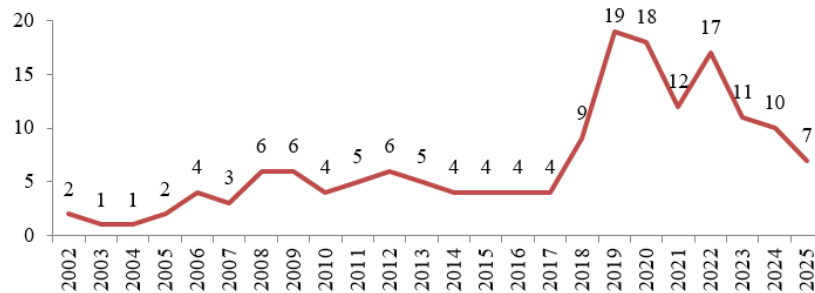
Hasil pada Informasi Utama/*Main Information* ini mencakup 164 dokumen yang diterbitkan selama periode 2002 hingga 2025, dengan total 82 sumber publikasi yang terdiri atas jurnal, prosiding konferensi, dan beberapa jenis publikasi ilmiah lainnya. Berdasarkan jenis dokumen, terdapat 79

artikel jurnal dan 85 paper konferensi, yang menunjukkan keseimbangan antara kontribusi penelitian teoretis dan praktis dalam bidang pendidikan matematika berbasis *E-Learning*. Jumlah referensi yang dianalisis mencapai 1,450 yang menandakan keluasan cakupan literatur yang dijadikan dasar dalam penelitian ini. Data ini memberikan gambaran menyeluruh tentang intensitas dan keragaman publikasi dalam topik yang dikaji.

Selain itu, hasil analisis menunjukkan adanya 495 penulis yang terlibat dengan rata-rata 3,38 kolaborator per dokumen, menandakan tingkat kolaborasi yang cukup tinggi dalam komunitas penelitian ini. Dari seluruh publikasi, 22 dokumen ditulis secara tunggal sedangkan sisanya merupakan hasil kerja sama lintas penulis dan institusi. Persentase kolaborasi internasional sebesar 11,59% mengindikasikan bahwa sebagian penelitian telah melibatkan jejaring global. Secara keseluruhan, temuan ini memperlihatkan karakteristik penelitian yang dinamis, kolaboratif, dan terus berkembang dalam lingkup pendidikan matematika berbasis *E-Learning*.

### Tren Jumlah Publikasi

Tren jumlah publikasi dari tahun ke tahun bertujuan untuk melihat perkembangan dan konsistensi penelitian dalam bidang *E-Learning* pada pendidikan matematika. Melalui analisis ini, dapat diketahui periode peningkatan aktivitas penelitian serta fase-fase ketika minat terhadap topik tersebut mengalami penurunan (Ramadhani, Yakob, et al., 2024).



Gambar 3. Tren Jumlah Publikasi dari 2002 hingga 2025 pada Topik Tren dan Inovasi Penelitian *E-Learning* pada Pendidikan Matematika

Berdasarkan data publikasi dari tahun 2002 hingga 2025, terlihat bahwa penelitian mengenai *E-Learning* pada pendidikan matematika mengalami perkembangan yang bertahap selama dua dekade terakhir. Pada periode awal (2002–2017), jumlah publikasi masih relatif rendah dan cenderung stabil dengan rata-rata kurang dari 6 dokumen/tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketertarikan terhadap topik *E-Learning* dalam pendidikan matematika masih dalam tahap awal, kemungkinan karena keterbatasan akses teknologi dan adopsi pembelajaran digital yang belum merata. Namun, mulai tahun 2018 terjadi peningkatan signifikan dengan sembilan publikasi, menandakan adanya pergeseran minat dan peningkatan perhatian peneliti terhadap integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika. Tren ini menjadi landasan bagi lonjakan penelitian pada tahun-tahun berikutnya.

Puncak aktivitas penelitian terjadi pada tahun 2019 dengan 19 publikasi, menunjukkan antusiasme tertinggi terhadap pengembangan dan inovasi *E-Learning* dalam pendidikan matematika.

Meskipun setelah itu jumlah publikasi sedikit menurun, tren tetap menunjukkan stabilitas yang cukup baik hingga tahun 2025 dengan rata-rata di atas 10 dokumen/tahun. Lonjakan ini diduga dipengaruhi oleh meningkatnya kesadaran terhadap pentingnya pembelajaran digital, terutama setelah adanya transisi besar ke sistem daring di masa pandemi. Setiap periode publikasi memberikan kontribusi terhadap pembentukan basis pengetahuan dan penguatan arah penelitian di bidang ini. Dengan demikian, seluruh rentang waktu dari 2002 hingga 2025 mencerminkan proses evolusi yang berkelanjutan dan kontribusi kolektif peneliti dalam memperkaya kajian *E-Learning* pada pendidikan matematika.

### ***Analisis Word Cloud***

Analisis word cloud dengan R Program bertujuan untuk mengidentifikasi kata kunci yang paling sering muncul dalam dokumen penelitian terkait *E-Learning* pada pendidikan matematika. Melalui visualisasi ini, dapat diketahui fokus utama penelitian serta topik-topik yang paling banyak mendapat perhatian dari para peneliti (Zafrullah et al., 2025).



Gambar 4. *Word Cloud* pada Topik Tren dan Inovasi Penelitian *E-Learning* pada Pendidikan Matematika

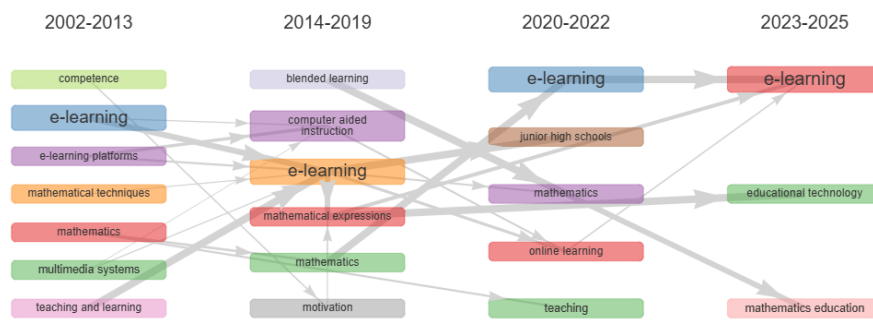
Berdasarkan hasil analisis *word cloud*, kata kunci yang paling banyak muncul adalah “*E-Learning*” sebanyak 79 kali, “*students*” sebanyak 51 kali, dan “*teaching*” sebanyak 27 kali, yang menunjukkan fokus utama penelitian dalam bidang pendidikan matematika berbasis teknologi digital. Dominasi kata kunci “*E-Learning*” dengan jumlah kemunculan tertinggi menggambarkan bahwa sebagian besar penelitian menitikberatkan pada penggunaan platform digital dan teknologi pembelajaran daring. Hal ini mencerminkan pergeseran paradigma dari pembelajaran tradisional menuju sistem pembelajaran berbasis teknologi yang lebih fleksibel dan interaktif. Selain itu, kemunculan kata kunci ini secara konsisten memperlihatkan bahwa *E-Learning* menjadi pusat kajian dalam pengembangan model pembelajaran matematika modern.

Kata kunci “*students*” sebanyak 51 kali dan “*teaching*” sebanyak 27 kali menunjukkan adanya perhatian besar terhadap dua komponen utama dalam proses pendidikan, yaitu peserta didik dan proses

pengajaran. Peneliti banyak menyoroti bagaimana penerapan *E-Learning* dapat meningkatkan keterlibatan siswa, efektivitas pembelajaran, serta kualitas strategi mengajar guru. Keterkaitan antara “students” dan “teaching” juga menegaskan bahwa pengembangan sistem *E-Learning* tidak hanya berfokus pada teknologi, tetapi juga pada aspek pedagogis yang mendukung tercapainya hasil belajar optimal. Dengan demikian, ketiga kata kunci tersebut menggambarkan arah penelitian yang berorientasi pada integrasi teknologi, proses pembelajaran, dan pengalaman belajar siswa dalam konteks pendidikan matematika.

**Evolusi Kata Kunci**

Evolusi kata kunci bertujuan untuk melihat perubahan fokus dan perkembangan topik penelitian dari waktu ke waktu (Oktarina et al., 2025). Melalui analisis ini, dapat diidentifikasi bagaimana tren penelitian bergeser serta munculnya tema-tema baru yang menjadi perhatian dalam bidang *E-Learning* pada pendidikan matematika.



Gambar 5. Word Cloud pada Topik Tren dan Inovasi Penelitian *E-Learning* pada Pendidikan Matematika (Filter: “All Keywords”)

Berdasarkan hasil analisis evolusi kata kunci dari tahun 2002 hingga 2025, terlihat bahwa penelitian mengenai *E-Learning* pada pendidikan matematika mengalami perkembangan yang dinamis dari waktu ke waktu. Pada periode 2002–2013, kata kunci yang muncul seperti “competence”, “E-Learning platforms”, “mathematical techniques”, dan “teaching and learning” menunjukkan bahwa penelitian masih berfokus pada dasar penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika. Panah kecil pada periode ini memperlihatkan hubungan awal antara penggunaan *E-Learning* dengan pengembangan kompetensi dan teknik pembelajaran matematika. Hal ini menandakan bahwa penelitian pada tahap ini masih berorientasi pada eksplorasi konsep dasar pembelajaran digital.

Memasuki periode 2014–2019, arah panah semakin banyak dan kompleks, menandakan peningkatan interkoneksi antar topik penelitian. Kata kunci baru seperti “blended learning”, “computer aided instruction”, dan “motivation” mulai bermunculan, yang memperlihatkan adanya pergeseran fokus dari sekadar penerapan teknologi menuju penggabungan model pembelajaran konvensional dan digital. Kata kunci “E-Learning” tetap menjadi pusat utama, menunjukkan konsistensi minat peneliti terhadap topik ini dalam konteks pendidikan matematika. Peningkatan hubungan antar kata kunci pada periode ini mengindikasikan berkembangnya pendekatan pedagogis berbasis teknologi yang lebih sistematis dan interaktif.





pergeseran fokus penelitian dari penerapan teknologi pembelajaran umum menuju pendekatan pembelajaran yang lebih adaptif dan berbasis data. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian di bidang pendidikan matematika mulai memanfaatkan konsep pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan untuk mendukung personalisasi proses belajar. Dengan demikian, “*Contrastive Learning*” dapat dianggap sebagai representasi dari inovasi yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut pada konteks *E-Learning* dalam pendidikan matematika.

### ***Diskusi***

Kluster dengan judul “Pengembangan Kurikulum dan Inovasi Pembelajaran Digital” menggambarkan fokus penelitian yang menitikberatkan pada penerapan teknologi dalam pengembangan kurikulum dan sistem pembelajaran modern. Kluster ini menunjukkan bahwa transformasi digital mendorong munculnya berbagai inovasi dalam perancangan pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik (Mohamed Hashim et al., 2022; Oliveira & De Souza, 2022). Penelitian dalam kelompok ini juga menyoroti pentingnya peningkatan kompetensi pendidik dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung efektivitas pembelajaran. Selain itu, terdapat kecenderungan untuk mengintegrasikan pendekatan berbasis masalah dan konten interaktif guna meningkatkan pengalaman belajar. Arah penelitian dalam kluster ini memperlihatkan adanya upaya kolaboratif antara teknologi dan pedagogi untuk menciptakan lingkungan belajar yang dinamis. Kluster ini juga berkontribusi dalam memperluas pemahaman tentang bagaimana inovasi digital dapat memperkuat keterlibatan dan hasil belajar peserta didik. Dengan demikian, kluster ini merepresentasikan transformasi pembelajaran menuju sistem yang lebih responsif, inovatif, dan berkelanjutan di era digital.

Kluster dengan judul “Integrasi Teknologi dan Model Pembelajaran Modern” menunjukkan arah penelitian yang berfokus pada pemanfaatan teknologi digital dalam memperkuat efektivitas pembelajaran di era transformasi digital. Peneliti dalam kluster ini menyoroti pentingnya penggabungan antara pembelajaran tatap muka dan sistem daring sebagai bentuk adaptasi terhadap kebutuhan belajar yang fleksibel dan kontekstual (Gherheş et al., 2021; Niyomves et al., 2024). Selain itu, terdapat perhatian terhadap pemanfaatan platform digital dan multimedia yang memungkinkan proses belajar menjadi lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik (Kerimbayev et al., 2023; Zhao et al., 2022). Kluster ini juga menekankan bahwa penerapan teknologi informasi bukan sekadar alat bantu, tetapi telah menjadi elemen integral dalam desain dan implementasi pembelajaran modern. Dengan demikian, hasil penelitian dalam kelompok ini dapat dijadikan dasar untuk mengembangkan model pembelajaran yang responsif terhadap kemajuan teknologi. Integrasi ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas interaksi antara pendidik dan peserta didik sekaligus memperluas akses terhadap sumber belajar. Secara keseluruhan, kluster ini memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman bagaimana inovasi teknologi dapat mengubah paradigma pembelajaran di abad ke-21.

Kluster dengan judul “Implementasi Pembelajaran Adaptif Berbasis Digital” merepresentasikan fokus penelitian yang mengarah pada penerapan teknologi untuk menyesuaikan proses belajar dengan

kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Penelitian dalam kelompok ini menyoroti pentingnya pembelajaran yang fleksibel dan personal, di mana teknologi digital dimanfaatkan untuk mendukung keberagaman gaya belajar dan tingkat kemampuan siswa. Selain itu, kluster ini juga menunjukkan perhatian terhadap penerapan pembelajaran berbasis sains, teknologi, dan rekayasa yang terintegrasi secara digital. Pendekatan adaptif yang dikembangkan dalam penelitian ini mencerminkan upaya untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan kontekstual di berbagai jenjang pendidikan. Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran adaptif diharapkan dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi aktif siswa dalam memahami konsep-konsep kompleks (Soelistianto et al., 2024; Taylor et al., 2021). Kluster ini juga memberikan pandangan baru bahwa digitalisasi bukan hanya sarana, tetapi juga strategi untuk meningkatkan kualitas dan keberlanjutan pembelajaran. Dengan demikian, kelompok penelitian ini berkontribusi terhadap pengembangan sistem pembelajaran yang lebih inklusif dan responsif terhadap perkembangan teknologi pendidikan.

Kluster dengan judul “Strategi Kognitif dan Proses Pemecahan Masalah” menggambarkan fokus penelitian yang menekankan pada bagaimana peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir dan strategi mental dalam memahami konsep serta menyelesaikan permasalahan. Penelitian dalam kluster ini banyak menyoroti proses pembelajaran yang menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan reflektif melalui penggunaan teknologi dan sumber belajar digital. Selain itu, perhatian utama juga diarahkan pada peningkatan motivasi belajar dan efektivitas pembelajaran melalui pendekatan berbasis komputer dan perangkat lunak terbuka. Kluster ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi bukan hanya untuk menyampaikan materi, tetapi juga sebagai alat untuk memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Liu & Zhang, 2022). Dalam konteks transformasi digital, pendekatan ini berperan penting dalam menyiapkan peserta didik agar mampu menghadapi tantangan kompleks secara mandiri dan adaptif. Lebih jauh lagi, penelitian dalam kelompok ini mempertegas bahwa penguasaan strategi kognitif yang baik menjadi kunci utama dalam proses pembelajaran berbasis digital. Oleh karena itu, kluster ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan model pembelajaran yang menekankan pemecahan masalah secara sistematis dan berbasis teknologi.

Keempat kluster tersebut secara keseluruhan menunjukkan arah dan perkembangan penelitian yang beragam dalam penerapan *E-Learning* pada pendidikan matematika di era transformasi digital. Penelitian-penelitian tersebut berfokus pada inovasi pembelajaran berbasis teknologi, integrasi sistem digital dalam proses belajar mengajar, serta penguatan strategi kognitif dan adaptif peserta didik. Hasil analisis memperlihatkan bahwa *E-Learning* tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pembelajaran yang interaktif, fleksibel, dan berpusat pada peserta didik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai *E-Learning* dalam pendidikan matematika telah berkembang menuju paradigma baru yang menekankan kolaborasi antara teknologi dan pedagogi untuk meningkatkan kualitas dan relevansi pembelajaran di era digital.

Selain temuan tersebut, penulis juga menyarankan perlunya eksplorasi kata kunci baru yang belum muncul pada Gambar 5, Gambar 6, maupun Gambar 7, yaitu “*Deep Learning*” dan “Kurikulum

Merdeka”. Kedua konsep ini memiliki relevansi tinggi dengan arah kebijakan pendidikan nasional Indonesia yang menekankan pembelajaran berbasis kompetensi, adaptif, dan berorientasi pada penguatan literasi digital. Integrasi *Deep Learning* dapat membuka peluang untuk pengembangan sistem *E-Learning* yang cerdas dan mampu menyesuaikan materi dengan kemampuan siswa secara otomatis. Sementara itu, penggabungan dengan Kurikulum Merdeka dapat mendorong penerapan *E-Learning* yang lebih kontekstual dan berfokus pada pengembangan potensi individu. Dengan mengolaborasikan kedua aspek ini, penelitian *E-Learning* pada pendidikan matematika di Indonesia dapat bergerak menuju pendekatan yang lebih inovatif, relevan, dan berdampak pada peningkatan kualitas pembelajaran di era transformasi digital.

## **KESIMPULAN**

Hasil analisis menemukan bahwa penelitian mengenai E-Learning dalam pendidikan matematika mengalami perkembangan yang signifikan dan dinamis sepanjang periode 2002 hingga 2025, dengan lonjakan yang sangat tajam terjadi pada tahun 2018 yang dipengaruhi oleh meningkatnya kesadaran terhadap pentingnya pembelajaran digital, khususnya pascapandemi. Selain itu, ditemukan bahwa fokus utama penelitian didominasi oleh integrasi teknologi dalam pembelajaran, peningkatan partisipasi siswa, serta upaya meningkatkan efektivitas proses pengajaran yang lebih interaktif dan adaptif terhadap perkembangan digital. Lebih lanjut, evolusi kata kunci menunjukkan adanya pergeseran dari eksplorasi konsep dasar menuju pengembangan model pembelajaran yang lebih adaptif dan interaktif. Pemetaan kluster juga menemukan empat fokus utama penelitian, yaitu pengembangan pembelajaran digital, integrasi teknologi dalam proses belajar, penerapan model pembelajaran adaptif, serta penguatan kemampuan berpikir dan pemecahan masalah. Temuan mengenai kebaruan topik “*Contrastive Learning*” menandai arah baru penelitian yang mengarah pada pemanfaatan pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan untuk personalisasi proses belajar. Oleh karena itu, eksplorasi lanjutan terhadap konsep “*Deep Learning*” dan “Kurikulum Merdeka” juga direkomendasikan selain “*Contrastive Learning*” untuk memperkuat pengembangan *E-Learning* dalam pendidikan matematika yang lebih cerdas, kontekstual, dan berorientasi pada penguatan kompetensi serta literasi digital peserta.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Riau yang telah memberikan fasilitas untuk menganalisis artikel ini.

## **REFERENSI**

- Andrian, D., Wahyuni, A., Ramadhan, S., Novilanti, F. R. E., & Zafrullah. (2020). *Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Terhadap Peningkatan*. 2(1), 1–11.
- Behl, A., Jayawardena, N., Pereira, V., Islam, N., Giudice, M. Del, & Choudrie, J. (2022).

- Gamification and *E-Learning* for young learners: A systematic literature review, bibliometric analysis, and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121445>
- Djeki, E., Dégila, J., Bondiombouy, C., & Alhassan, M. H. (2022). *E-Learning* bibliometric analysis from 2015 to 2020. *Journal of Computers in Education*, 9(4), 727–754.
- El-Sabagh, H. A. (2021). Adaptive *E-Learning* environment based on learning styles and its impact on development students' engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00289-4>
- Gherheș, V., Stoian, C. E., Fărcașiu, M. A., & Stanici, M. (2021). *E-Learning* vs. face-to-face learning: Analyzing students' preferences and behaviors. *Sustainability*, 13(8), 4381.
- Hakim, M. L., & Angga, M. (2023). ChatGPT Open AI: Analysis of Mathematics Education Students Learning Interest. *Journal of Technology Global*, 1(01), 1–10.
- Istiawanto, Y., Hamdi, S., Zafrullah, Z., & Sembiring, Y. K. (2024). The Implementation of Technology in School Learning Over the Last 50 Years: A Bibliometric Analysis of the Scopus Database. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(12), 865–889.
- Kerimbayev, N., Umirzakova, Z., Shadiev, R., & Jotsov, V. (2023). A student-centered approach using modern technologies in distance learning: a systematic review of the literature. *Smart Learning Environments*, 10(1), 61.
- Liu, D., & Zhang, H. (2022). Improving students' higher order thinking skills and achievement using WeChat based flipped classroom in higher education. *Education and Information Technologies*, 27(5), 7281–7302.
- Maulana, F. I., Febriantono, M. A., Raharja, D. R. B., Khaeruddin, & Herasmara, R. (2023). Twenty years of *E-Learning* in health science: A bibliometric. *Procedia Computer Science*, 216, 604–612. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.175>
- Mohamed Hashim, M. A., Tlemsani, I., & Matthews, R. (2022). Higher education strategy in digital transformation. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3171–3195.
- Niyomves, B., Kunacheva, N., & Sutadarat, S. (2024). Hybrid Learning: A combination of face-to-face and online learning. *Journal of Education and Learning Reviews*, 1(3), 11–20.
- Oktarina, A. D., Hamdi, S., Wijaya, A., Zafrullah, Z., & Rashid, S. (2025). Research Trends on the Implementation of Digital Literacy in Education: A Bibliometric Analysis of the Scopus Database. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*.
- Oliveira, K. K. de S., & De Souza, R. A. C. (2022). Digital transformation towards education 4.0. *Informatics in Education*, 21(2), 283–309.
- Oluwadele, D., Singh, Y., & Adeliyi, T. T. (2023). Trends and insights in *E-Learning* in medical education: A bibliometric analysis. *Review of Education*, 11(3), 1–28. <https://doi.org/10.1002/rev3.3431>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer,

- L., Tetzlaff, J. M., & Moher, D. (2021). Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, *134*, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.02.003>
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. *Publications*, *9*(1), 12.
- Rahma, H. (2024). Personalized Learning Experiences Exploring Adaptive *E-Learning* Systems for Different Learning Styles. *Journal of Blended and Technical Education*, *1*(1), 72–86.
- Ramadhani, A. M., & Retnawati, H. (2024). Computational Thinking and its Application in School: A Bibliometric Analysis (2008-2023). *International Conference on Current Issues in Education (ICCIE 2023)*, 329–338. [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-245-3\\_35](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-245-3_35)
- Ramadhani, A. M., Setiawan, R., Gunawan, R. N., Zafrullah, Z., & Ayuni, R. T. (2024). Trends Use of Technology Research for Early Childhood Education: A Bibliometric & Biblioshiny Analysis (1971-2024). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(11), 831–849.
- Ramadhani, A. M., Yakob, N. Y. B., Ayuni, R. T., Zafrullah, Z., & Bakti, A. A. (2024). Trends In Implementation of Game Use as Learning at Primary Schools Level in Scopus Database: A Bibliometric Analysis. *Jurnal Penyelidikan Sains Sosial*, *7*(23).
- Retnawati, H., & Hidayat, R. (2025). Research Trends in Scopus Database on Technological Innovation in the Process of Mathematics Learning: A Bibliometric Analysis. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, *13*(1), 97–116. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2025-13-1-97-116>
- Rosidin, R., Firdaus, R., Anantanukulwong, R., & Kinda, J. (2025). Innovation in Mathematics Learning Through *E-Learning* Ethnomathematics: Creative Thinking Skills and Learning Outcomes. *Tekno-Pedagogi: Jurnal Teknologi Pendidikan*, *15*(1), 83–95.
- Sachdeva, S., & Eggen, P.-O. (2021). Learners' critical thinking about learning mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *16*(3), em0644.
- Setiana, D. S., & Purwoko, R. Y. (2021). The Application of Mathematics Learning Model to Stimulate Mathematical Critical Thinking Skills of Senior High School Students. *European Journal of Educational Research*, *10*(1), 509–523.
- Soelistianto, F. A., Andrasmo, D., Yusriati, Y., Mardiaty, M., & Fawait, A. B. (2024). The Impact of Adaptive Learning Technology on Improving Students' Concept Understanding. *Journal of Computer Science Advancements*, *2*(3), 158–175.
- Sweileh, W. M. (2021). Global Research Activity on *E-Learning* in Health Sciences Education: a Bibliometric Analysis. *Medical Science Educator*, *31*(2), 765–775. <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01254-6>
- Tang, K. H. D. (2023). Student-centered approach in teaching and learning: What does it really mean? *Acta Pedagogica Asiana*, *2*(2), 72–83.
- Taylor, D. L., Yeung, M., & Bashet, A. Z. (2021). Personalized and adaptive learning. In *Innovative*

- learning environments in STEM higher education: Opportunities, Challenges, and Looking Forward* (pp. 17–34). Springer International Publishing Cham.
- Wahyuni, A., Angraini, L. M., Khoirunnisya, M., & Elfina, A. L. (2025). Analisis komunikasi matematis siswa pada materi relasi dan fungsi berdasarkan SOLO taxonomy ditinjau dari minat belajar siswa. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 8(1), 1–12.
- Wahyuni, A., Kusumah, Y. S., Martadiputra, B. A. P., & Hendriyanto, A. (2025). Technological-pedagogical knowledge in problem-solving teaching: an exploratory study of mathematics teachers. *International Journal of Learning Technology*, 20(2), 212–237.
- Wahyuni, A., Kusumah, Y. S., Martadiputra, B. A. P., Purwasih, R., Muhammad, I., & Zafrullah, Z. (2025). INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) RESEARCH TRENDS IN MATHEMATICS LEARNING. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(2).
- Wahyuni, A., Kusumah, Y. S., Martadiputra, B. A. P., & Zafrullah, Z. (2024). Tren penelitian kemampuan pemecahan masalah pada pendidikan matematika: Analisis bibliometrik. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 7(2), 337–356. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i2.22329>
- Wahyuni, A., & Rezeki, S. (2024). Pengaruh penggunaan alat peraga papan diagram (padi) terhadap prestasi belajar peserta didik sekolah dasar. *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, 5(2), 159–170.
- Wang, M., Mohd Matore, M. E. E., & Rosli, R. (2025). A systematic literature review on analytical thinking development in mathematics education: trends across time and countries. *Frontiers in Psychology*, 16, 1523836.
- Zafrullah, Z., Ayuni, R. T., Gunawan, R. N., Mutiara, E., Laksita, G. D., & Adawiyah, N. (2024). Tren Penggunaan *E-Learning* Pada Penelitian Pendidikan Anak Usia Dini: Analisis Bibliometrik (2003-2023). *AWLADY: Jurnal Pendidikan Anak*, 10(2), 141–154.
- Zafrullah, Z., Ibrahim, Z. S., Ariawan, R., Ulwiyah, S., & Ayuni, R. T. (2024). Research on Madrasas in International Publications: Bibliometric Analysis with Vosviewer. *COMPETITIVE: Journal of Education*, 3(2), 116–127. <https://doi.org/10.58355/competitive.v3i2.93>
- Zafrullah, Z., & Ramadhani, A. M. (2024). The Use of Mobile Learning in Schools as A Learning Media: Bibliometric Analysis. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 4(2), 187–202. <https://doi.org/10.17509/ijert.v4i2.65586>
- Zafrullah, Z., Rashid, S., Wahyuni, A., Wahyuni, P., Gunawan, R. N., & Wulaningrum, T. (2025). Which Keywords Grouping and Novelty Trends are Driving Deep Learning Research in Mathematics Education? *Journal of Technological Pedagogy and Educational Development; Vol 2, No 2 (2025): November* DO - 10.59247/Jtped.V2i2.26 . <https://ejournal.jtped.org/ojs/index.php/jtped/article/view/26/21>
- Zafrullah, Z., Sultan, J., Ayuni, R. T., Sembiring, Y. K., & Fitriani, A. (2024). TREN PENELITIAN

PENGUNAAN GEOGEBRA DI SEKOLAH DASAR PADA DATABASE SCOPUS: ANALISIS BIBLIOMETRIK. *Jurnal Genta Mulia*, 15(2), 210–219.

Zhao, E., He, J., Jin, Z., & Wang, Y. (2022). Student-Centered Learning Environment Based on Multimedia Big Data Analysis. *Mobile Information Systems*, 2022(1), 9572413.