



Integrasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar: Analisis Bibliometrik Publikasi Scopus 2016-2025

Zulfa Nafisah Ahmad¹, Muhammad Ragil Kurniawan^{1*}

¹Pendidikan Guru Sekolah Dasar, FKIP, Universitas Ahmad Dahlan

*email: ragil.kurniawan@pgsd.uad.ac.id

DOI:

Abstract

This study aims to map the development, thematic structure, and emerging research trends related to the integration of digital technology in STEAM learning at the primary school level through a bibliometric approach. Data were collected from Scopus-indexed publications published between 2016 and 2025 and analyzed using Bibliometrix R-Package and VOSviewer. The analysis examined publication growth, subject area distribution, patterns of authorship and international collaboration, and keyword co-occurrence to identify thematic clusters and research dynamics. The findings indicate a steady growth of publications with a strong interdisciplinary orientation, primarily involving social sciences, computer science, and engineering. Thematic mapping reveals a noticeable shift from the use of digital technology as a supportive learning tool toward its role as a pedagogical component in developing computational thinking, interactive digital learning environments, and 21st-century competencies within primary STEAM education. Emerging topics such as artificial intelligence, game-based learning, robotics, and teacher-related pedagogical design have gained increasing attention in recent years, although their conceptual integration within a holistic STEAM framework remains limited. Overall, this study provides a comprehensive overview of the current research landscape and highlights evolving directions in digital technology-integrated STEAM education at the primary level.

Keywords: STEAM; Digital Technology; Primary School; Bibliometric Analysis

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perkembangan, struktur tematik, serta dinamika topik penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar melalui pendekatan bibliometrik. Data diperoleh dari publikasi ilmiah periode 2016–2025 yang terindeks Scopus dan dianalisis menggunakan Bibliometrix R-Package serta VOSviewer. Analisis mencakup tren publikasi, sebaran bidang kajian, pola kolaborasi penulis dan negara, serta ko-okurensi kata kunci untuk mengidentifikasi kluster tematik dan arah perkembangan riset. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan publikasi yang konsisten dengan karakter interdisipliner yang kuat. Struktur tematik membentuk beberapa kluster utama yang merefleksikan pergeseran fokus penelitian dari pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran menuju penguatan keterampilan berpikir komputasional,



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

pembelajaran digital interaktif, serta integrasi teknologi mutakhir seperti *artificial intelligence* dalam konteks STEAM sekolah dasar. Meskipun demikian, keterpaduan konseptual antardisiplin STEAM dan penguatan kolaborasi riset global masih relatif terbatas. Temuan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai lanskap dan tren mutakhir penelitian STEAM berbasis teknologi digital di pendidikan dasar.

Kata Kunci: STEAM; Teknologi Digital; Sekolah Dasar; Analisis Bibliometrik

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dalam dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk dalam dunia pendidikan. Revolusi digital telah melahirkan berbagai perangkat dan produk baru sehingga mengubah cara individu berinteraksi, bekerja, dan belajar. Fenomena perkembangan teknologi yang signifikan ini menuntut sistem pendidikan untuk beradaptasi dengan pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual, inovatif, dan menekankan pengembangan kompetensi abad ke-21 ([Hakim & Yulia, 2024](#)). Dalam kompetensi abad ke-21, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan berpikir adaptif, menguasai teknologi, serta berkomunikasi secara efektif melalui berbagai media digital agar mampu berpartisipasi secara produktif dalam perubahan industri yang terus berkembang ([Mantau & Talango, 2023](#)).

Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) muncul sebagai jawaban terhadap kebutuhan pendidikan masa kini. STEAM adalah pendekatan yang mengaitkan berbagai bidang ilmu pengetahuan, termasuk matematika, seni, teknologi, sains, dan teknik yang membantu siswa memperoleh pemahaman secara holistik ([Marín-Marín et al., 2021](#); [Dewi & Sutriyani, 2024](#)). Di tingkat sekolah dasar, STEAM diyakini mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan membantu siswa menumbuhkan sikap kreatif serta kemandirian dalam kehidupan sehari-hari ([Atiaturrahmaniah et al., 2022](#)). Namun keberhasilan pembelajaran STEAM sangat bergantung pada dukungan media, alat, dan teknologi yang memungkinkan siswa mengalami eksplorasi nyata, dan di sinilah teknologi digital menjadi elemen yang tidak terpisahkan di era serba digital.

Menurut KBBI, teknologi dipahami sebagai metode ilmiah dan sarana terapan untuk mencapai tujuan praktis. Sedangkan digital merujuk pada hal-hal yang berkaitan dengan sistem komputer, internet, dan pengolahan data. Sehingga “teknologi digital” dalam konteks pendidikan dapat dimaknai sebagai seluruh metode, perangkat, dan sumber daya berbasis komputer yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran. Secara teoretis, teknologi digital memperkuat pemahaman konsep dan hasil belajar siswa melalui penyajian informasi yang lebih visual dan interaktif ([Salavati, 2016](#)). Teknologi digital dalam konteks pendidikan dasar merupakan sarana pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21, di mana integrasinya dengan STEAM dipercaya dapat memperkuat keterampilan 4C (kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis) ([Ayuningtyas et al., 2026](#)).

Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar semakin banyak diteliti seiring meningkatnya perhatian terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21 ([Agustin, 2025](#)). Publikasi ilmiah yang membahas penggunaan teknologi seperti perangkat digital, media interaktif, dan sistem pembelajaran berbasis komputer dalam konteks STEAM menunjukkan tren pertumbuhan yang konsisten. Namun, meningkatnya jumlah penelitian tersebut belum diikuti oleh pemahaman yang utuh

mengenai bagaimana arah perkembangan kajian ini terbentuk, topik apa yang paling dominan, serta bagaimana hubungan antartema berkembang dalam satu lanskap penelitian yang terintegrasi ([Huda et al., 2025](#)).

Sejumlah penelitian masih mengkaji teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar secara terpisah, dengan menitikberatkan pada jenis teknologi atau pendekatan tertentu tanpa menunjukkan keterkaitannya dalam ekosistem STEAM secara utuh ([Wu & Chen, 2025](#)). Meskipun jumlah publikasi pada bidang ini terus meningkat, hingga saat ini belum terdapat studi bibliometrik yang memetakan struktur tematik, keterhubungan antartopik, serta dinamika perkembangan penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar secara komprehensif. Selain itu, aspek penting seperti sebaran bidang kajian, pola kolaborasi penulis dan institusi, serta kontribusi wilayah dan negara juga jarang dianalisis secara terpadu, padahal analisis tersebut krusial untuk memahami posisi keilmuan saat ini dan menentukan arah pengembangan pendidikan STEAM berbasis teknologi digital ke depan ([Zhan et al., 2022](#); [Abdi et al., 2024](#)).

Untuk menjawab kesenjangan tersebut, diperlukan suatu pendekatan analisis yang mampu memetakan perkembangan penelitian secara luas dan sistematis. Pendekatan bibliometrik dipilih karena memiliki kemampuan untuk menganalisis tren publikasi secara makro, mengidentifikasi pola kolaborasi, serta memetakan struktur tematik dan keterkaitan antar topik dalam suatu bidang kajian secara kuantitatif dan visual ([Donthu et al., 2021](#)). Berbeda dengan *Systematic Literature Review* (SLR) yang umumnya berfokus pada sintesis temuan secara mendalam dari sejumlah studi terpilih, analisis bibliometrik memungkinkan eksplorasi lanskap penelitian dalam jumlah data yang lebih besar sehingga lebih efektif untuk mengungkap dinamika perkembangan bidang kajian secara menyeluruh. Oleh karena itu, pendekatan ini dinilai paling sesuai untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar.

Secara khusus, penelitian ini diarahkan untuk menjawab beberapa pertanyaan riset, yaitu: (1) bagaimana tren pertumbuhan dan karakteristik umum publikasi penelitian pada bidang ini; (2) bagaimana pola sebaran bidang kajian serta kolaborasi penelitian yang terbentuk; (3) bagaimana struktur tematik penelitian berdasarkan analisis kluster kata kunci; dan (4) bagaimana dinamika topik penelitian dari waktu ke waktu. Melalui pemetaan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih terstruktur dan komprehensif mengenai perkembangan kajian STEAM berbasis teknologi digital di sekolah dasar.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan desain bibliometrik untuk memetakan dan menganalisis perkembangan serta struktur kajian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar pada periode 2016–2025 ([Azizah & Wahyuni, 2024](#)). Tahapan penelitian mengacu pada [Öztürk et al., \(2024\)](#), yang meliputi perumusan fokus kajian, pengumpulan data publikasi, pembersihan dan normalisasi metadata, serta analisis dan visualisasi bibliometrik. Analisis dilakukan untuk mengungkap pola perkembangan publikasi, keterkaitan kata kunci, kluster tematik, dan arah tren penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui fitur *advanced search* pada basis data Scopus dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang dirancang untuk merepresentasikan tiga komponen utama, yaitu pendekatan STEAM/STEM, konteks pendidikan dasar, dan teknologi digital. Adapun *query string* yang digunakan secara lengkap adalah sebagai berikut:

(TITLE-ABS-KEY (STEM OR STEAM)) AND (TITLE-ABS-KEY ("primary education" OR "elementary school" OR "basic education" OR "young learners" OR "K-6")) AND (TITLE-ABS-KEY (digital OR ICT OR "digital technology" OR "technology-enhanced" OR "educational technology" OR "technology integration" OR "computer-based" OR multimedia))

Penelusuran awal menghasilkan 323 dokumen. Setelah diterapkan kriteria inklusi berupa rentang tahun publikasi 2016–2025, tahap publikasi final, bahasa Inggris, serta jenis dokumen artikel jurnal dan prosiding konferensi internasional, jumlah publikasi yang memenuhi kriteria dan dianalisis lebih lanjut adalah sebanyak 236 dokumen.

Seluruh data diunduh pada 21 Januari 2026 untuk seluruh publikasi tahun 2025 telah terindeks secara lengkap, kemudian diekspor dalam format CSV. Tahap pra-analisis meliputi proses pembersihan dan normalisasi data, termasuk penyamaan istilah yang memiliki makna serupa melalui pengelompokan konseptual. Analisis bibliometrik dan visualisasi jaringan dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer versi 1.6.20 dan Bibliometrix R-Package versi 5.2.1 untuk memetakan keterkaitan antar kata kunci (*co-occurrence*), mengidentifikasi klaster tematik, serta mengungkap struktur pengetahuan (*knowledge structure*) dan tren perkembangan penelitian terkait integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil temuan. Pertama, penggunaan basis data tunggal, yaitu Scopus, berpotensi mengesampingkan publikasi relevan yang terindeks pada basis data lain seperti *Web of Science (WoS)* maupun sumber-sumber regional yang tidak terindeks secara internasional. Kedua, pembatasan bahasa pada publikasi berbahasa Inggris juga dapat menyebabkan tidak terakomodasinya kajian-kajian penting yang dipublikasikan dalam bahasa lain, khususnya dari konteks lokal atau regional. Ketiga, keterbatasan pada pemilihan kata kunci dalam *query string* memungkinkan adanya variasi istilah yang tidak terjangkau dalam proses penelusuran. Oleh karena itu, hasil penelitian ini perlu dipahami sebagai representasi dari lanskap penelitian yang terindeks dalam *Scopus* dengan kriteria yang telah ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Informasi Utama

Untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik publikasi dan pola kolaborasi penelitian terkait integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar, analisis deskriptif dilakukan menggunakan Bibliometrix R-Package. Ringkasan hasil analisis tersebut disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Gambaran Umum Informasi Utama

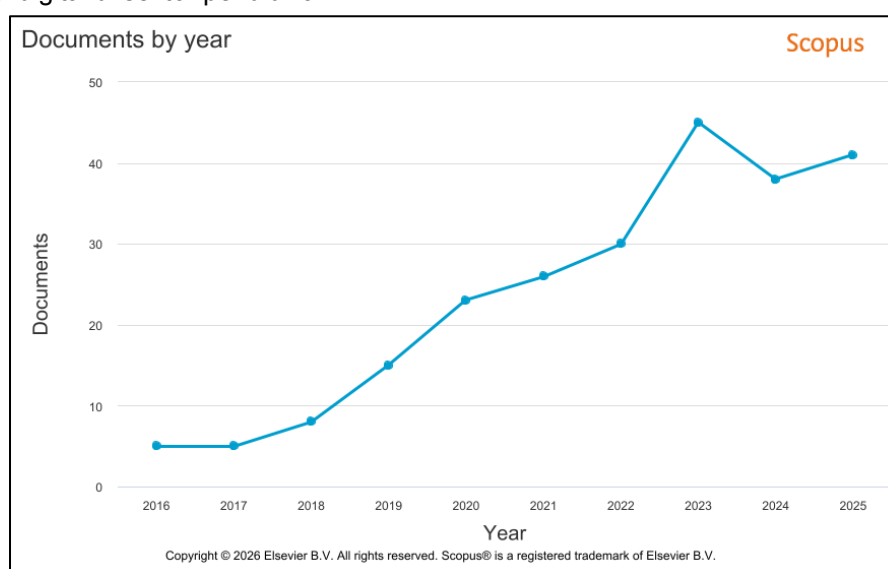
Dokumen dan Sitasi	Hasil	Penulis dan Kolaborasi	Hasil
Rentang Waktu	2016:2025	Penulis	822
Sumber (Journal, Books, etc)	128	Kata Kunci (DE)	736
Dokumen	236	Penulis dokumen yang ditulis oleh satu penulis	26
Tingkat Pertumbuhan Tahunan %	26,34	Rekap Penulis per Dokumen	3,48
Usia Rata-Rata Dokumen	3,83	Kepengulisan Internasional %	Bersama 16,1
Rata-Rata Sitasi per Dokumen	8.068		

Sumber: hasil analisis Bibliometrix R-Package

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa penelitian pada bidang ini mengalami perkembangan pesat selama periode 2016–2025. Dengan 236 dokumen yang tersebar pada 128 sumber ilmiah. Bidang ini mencatat tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 26,34%, yang merefleksikan fase pertumbuhan aktif dalam siklus perkembangan penelitian. Dalam analisis bibliometrik, tingkat pertumbuhan jumlah publikasi digunakan sebagai indikator untuk melihat tahap perkembangan suatu bidang penelitian. Peningkatan jumlah publikasi yang signifikan menunjukkan bahwa bidang tersebut sedang berada pada fase pertumbuhan, yaitu periode ketika kajian masih berkembang ([Bornmann & Mutz, 2014](#)). Usia rata-rata dokumen sebesar 3,83 tahun menunjukkan dominasi literatur mutakhir dan perkembangan kajian yang masih dinamis. Di sisi lain, nilai rata-rata sitasi per dokumen sebesar 8,07 menunjukkan tingkat pengaruh ilmiah yang tergolong sedang. Kondisi ini umum ditemukan pada bidang kajian yang masih dalam tahap perkembangan, karena perolehan sitasi sangat bergantung pada lamanya publikasi beredar serta intensitas praktik sitasi dalam disiplin ilmu yang bersangkutan. ([Waltman, 2016; Donthu et al., 2021](#)).

Dari perspektif kepenulisan, keterlibatan 822 penulis dalam 236 dokumen menunjukkan bahwa penelitian pada bidang ini memiliki karakter kolaboratif yang cukup kuat, dengan rata-rata 3,48 penulis per dokumen. Dalam kajian bibliometrik, jumlah penulis per publikasi sering digunakan sebagai indikator tingkat kolaborasi dan kompleksitas keilmuan suatu bidang ([Donthu et al., 2021](#)). Terbatasnya jumlah artikel yang ditulis oleh satu penulis (26 dokumen) mengindikasikan bahwa kajian integrasi teknologi digital dalam STEAM sekolah dasar cenderung melibatkan kolaborasi lintas keahlian, baik pedagogi, teknologi pendidikan, maupun disiplin STEAM. Banyaknya kata kunci yang digunakan oleh penulis, yakni mencapai 736 istilah, menunjukkan variasi fokus penelitian yang luas serta menandakan bahwa struktur kajian masih didominasi oleh tema-tema yang tersebar dan belum sepenuhnya terintegrasi ([Cobo et al., 2011](#)). Meskipun demikian, proporsi kolaborasi internasional yang masih sebesar 16,1% menunjukkan bahwa jejaring riset lintas negara belum berkembang optimal, sehingga penguatan kolaborasi global masih menjadi peluang strategis untuk meningkatkan koherensi dan dampak penelitian di masa depan.

Analisis tren publikasi tahunan mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar selama periode 2016–2025 ([Gambar 1](#)) menunjukkan pola pertumbuhan yang jelas dan berkelanjutan. Pada fase awal (2016–2018), jumlah publikasi masih relatif rendah dan meningkat secara gradual, yang mencerminkan tahap eksplorasi awal ketika topik ini belum menjadi arus utama kajian pendidikan. Memasuki periode 2019–2022, terjadi peningkatan yang lebih konsisten dan signifikan, menandai fase akselerasi riset yang sejalan dengan meningkatnya perhatian global terhadap literasi digital, pendidikan abad ke-21, serta penguatan pendekatan STEAM di jenjang sekolah dasar. Lonjakan publikasi pada tahun 2023 mengindikasikan intensifikasi aktivitas riset yang kemungkinan dipengaruhi oleh percepatan adopsi teknologi pendidikan pascapandemi dan kebijakan transformasi digital di sektor pendidikan



Gambar 1. Jumlah Sebaran Publikasi Sepuluh Tahun Terakhir

Tingkat Pertumbuhan Tahunan sebesar 26,34% mengindikasikan meningkatnya minat peneliti terhadap topik tersebut. Temuan ini diperkuat oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,93 yang menunjukkan bahwa model tren mampu menjelaskan 93% variasi data publikasi. Dalam konteks bibliometrik, nilai R^2 yang relatif tinggi ini menunjukkan bahwa bidang kajian berada pada fase pertumbuhan aktif (*growth phase*), yaitu tahap ketika suatu topik riset berkembang secara sistematis namun belum mencapai kematangan atau kejenuhan konseptual ([Aria & Cuccurullo, 2017](#)). Dengan demikian, perkembangan penelitian pada topik ini tidak hanya ditandai oleh pertumbuhan yang cepat, tetapi juga oleh pola tren yang kuat dan relatif konsisten selama periode pengamatan.

3.2 Sebaran Bidang Kajian

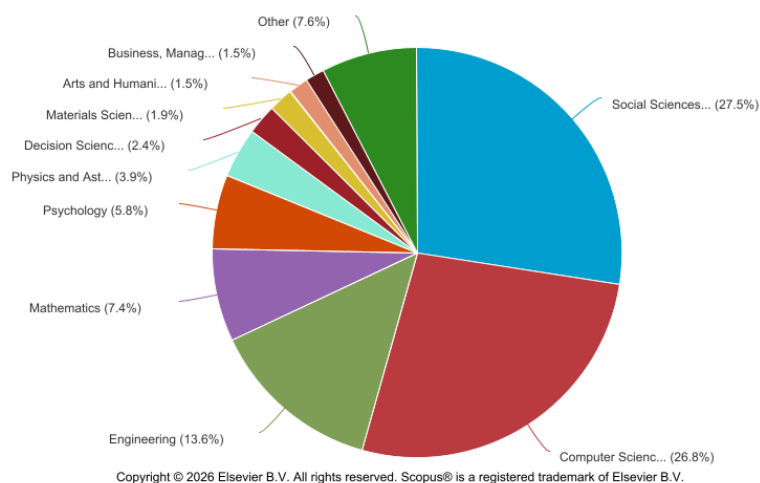
Sebaran bidang kajian ([Gambar 2](#)) menunjukkan bahwa penelitian mengenai teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar bersifat interdisipliner, dengan dominasi kontribusi dari ilmu sosial, ilmu komputer, dan bidang rekayasa. Dominasi ilmu sosial mencerminkan kuatnya orientasi pedagogis dan implementatif, sementara kontribusi signifikan dari ilmu komputer dan rekayasa menunjukkan peran teknologi digital sebagai fokus utama kajian. Namun demikian, kontribusi bidang *Arts and Humanities* tercatat sangat rendah, yaitu sekitar 1,5%. Temuan ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati, mengingat strategi penelusuran dalam penelitian ini menggunakan kombinasi kata

kunci “STEM” dan “STEAM” untuk menangkap lanskap penelitian secara lebih luas. Dominasi publikasi berbasis STEM dalam dataset menunjukkan bahwa secara empiris, penelitian terkait STEM masih jauh lebih berkembang dibandingkan STEAM yang telah mengintegrasikan unsur *Arts*. Dengan demikian, rendahnya representasi *Arts and Humanities* tidak hanya mencerminkan ketimpangan dalam praktik integrasi STEAM, tetapi juga mengindikasikan bahwa transformasi dari pendekatan STEM menuju STEAM dalam literatur ilmiah masih berlangsung secara gradual.

Meskipun demikian, temuan ini tetap mengungkap adanya kecenderungan reduksi konseptual, di mana penggunaan istilah STEAM dalam literatur belum sepenuhnya diikuti oleh integrasi dimensi artistik dan humanistik secara substantif. Dengan kata lain, sebagian penelitian masih menggunakan kerangka STEM dengan tambahan label STEAM tanpa menginternalisasi peran *Arts* secara mendalam dalam desain pembelajaran. Kondisi ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa pengembangan STEAM berbasis teknologi digital di pendidikan dasar masih berfokus pada aspek teknologi dan keterampilan tertentu, sementara integrasi lintas disiplin secara holistik belum menjadi perhatian utama (Ayuningtyas et al., 2026).

Documents by subject area

Scopus

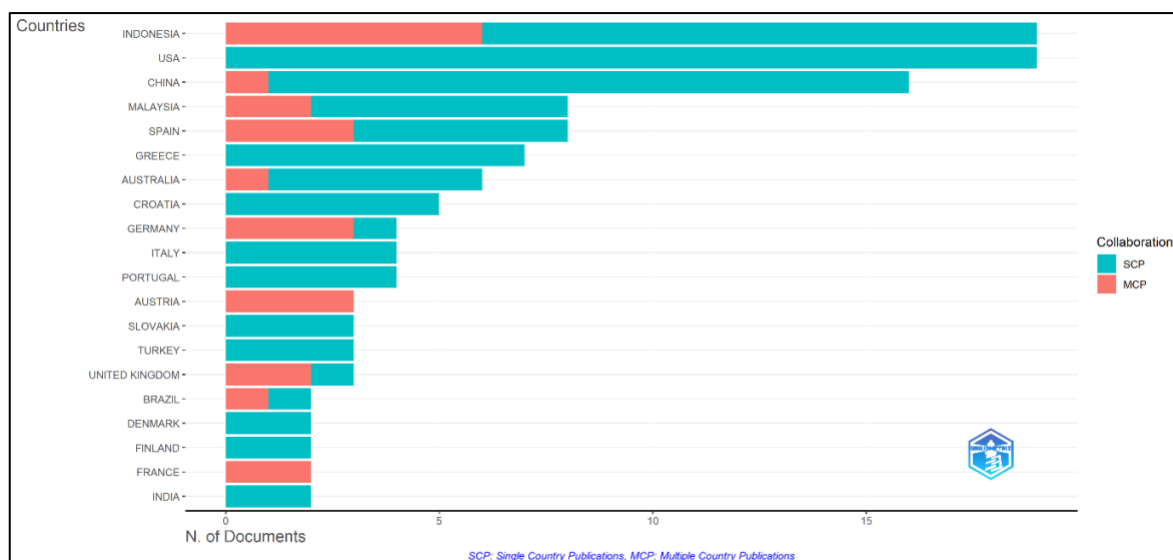


Gambar 2. Sebaran Dokumen Berdasarkan Bidang Kajian

3.3 Analisis Negara/Wilayah

Berdasarkan distribusi negara penulis korespondensi (Gambar 3), publikasi mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar berasal dari berbagai kawasan geografis. Indonesia dan Amerika Serikat tercatat sebagai kontributor terbesar, diikuti oleh China, Malaysia, dan Spanyol, yang menunjukkan bahwa kajian STEAM berbasis teknologi digital berkembang secara global dengan keterlibatan negara maju dan berkembang. Namun demikian, sebagian besar dokumen masih dihasilkan dalam konteks nasional, tercermin dari dominasi *single-country publications* (SCP), khususnya pada negara Amerika Serikat. Di sisi lain, keberadaan *multiple-country publications* (MCP)

seperti pada negara seperti Indonesia, China, Malaysia, dan Spanyol mengindikasikan bahwa kolaborasi lintas negara telah mulai terbentuk, meskipun skalanya masih terbatas.

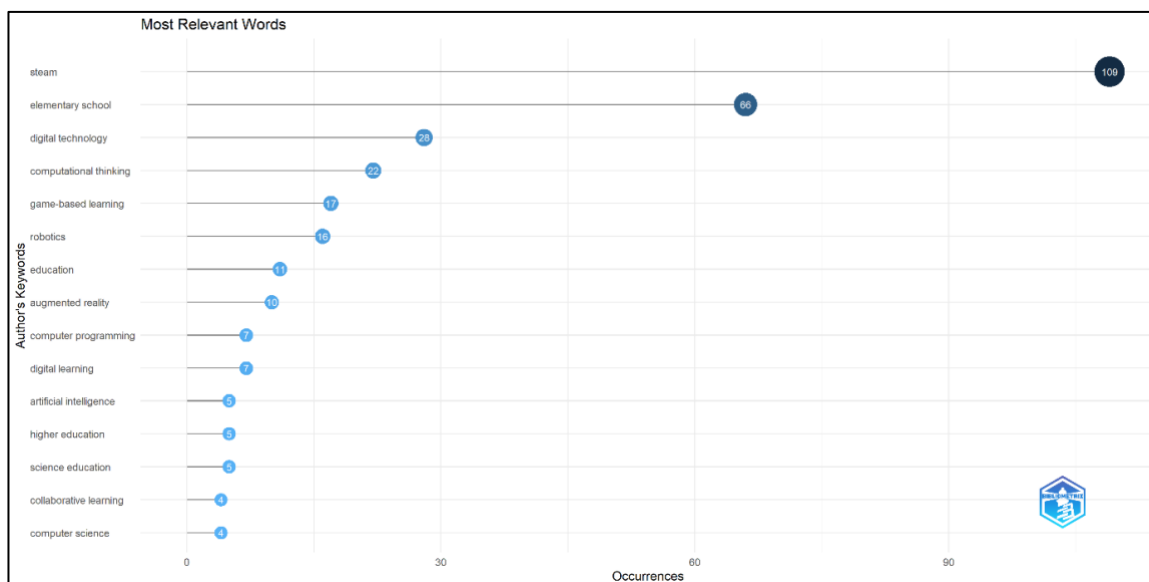


Gambar 3. Kolaborasi Riset Antar Negara dari Dua Puluh Negara Teratas

3.4 Analisis Kata Kunci

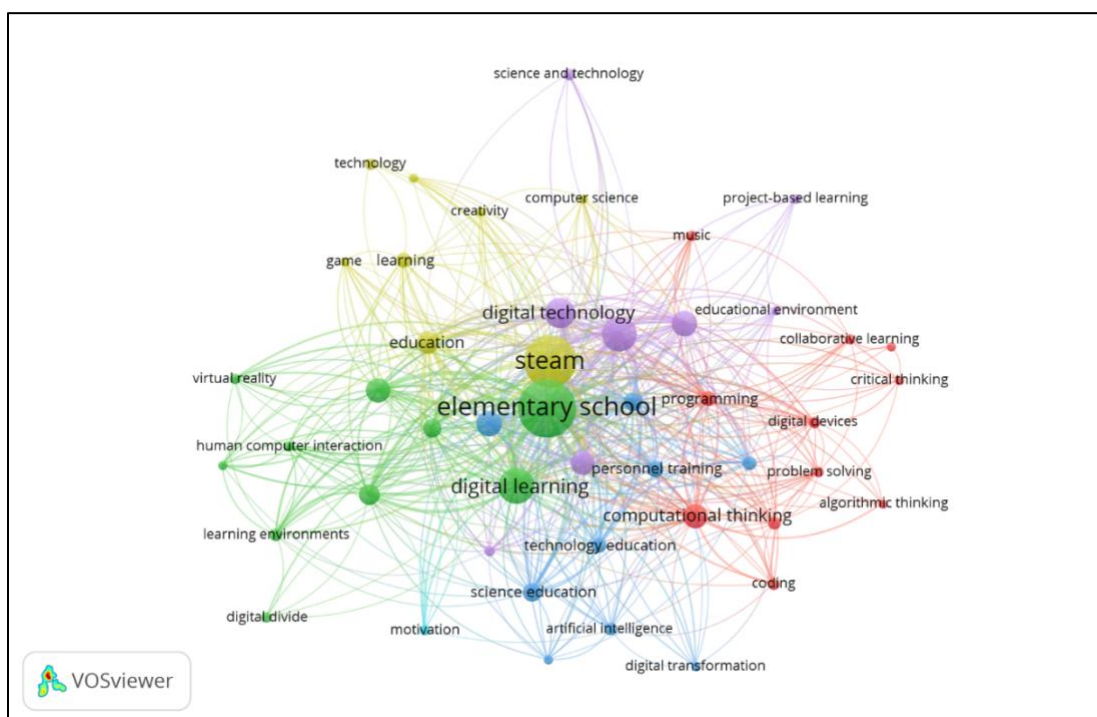
Analisis *co-occurrence* kata kunci dilakukan untuk memetakan struktur tematik dan fokus dominan penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar (Nguyen et al., 2025). Grafik Distribusi Frekuensi Kata Kunci Dominan (Gambar 4) menampilkan kata kunci penulis yang paling sering muncul dalam penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa kata kunci “STEAM” merupakan istilah yang paling dominan dengan 109 kemunculan, diikuti oleh “*elementary school*” sebanyak 66 kemunculan, yang menegaskan penggunaan STEAM sebagai kerangka utama serta fokus penelitian pada konteks pendidikan dasar.

Pada tingkat berikutnya, kata kunci yang berkaitan dengan teknologi digital dan pendekatan pembelajaran berbasis teknologi muncul dengan frekuensi menengah, antara lain *digital technology* (28), *computational thinking* (22), *game-based learning* (17), dan *robotics* (16). Selanjutnya, kata kunci teknologi yang lebih spesifik seperti *augmented reality* (10), *computer programming* (7), *digital learning* (7), serta *artificial intelligence* (5) menunjukkan kemunculan yang relatif lebih rendah. Selain itu, terdapat beberapa kata kunci yang merepresentasikan konteks keilmuan dan pedagogis, seperti *education*, *science education*, *collaborative learning*, dan *computer science*, namun dengan frekuensi yang terbatas. Kemunculan kata kunci seperti *artificial intelligence* dan *augmented reality* dengan frekuensi rendah juga mengindikasikan bahwa teknologi lanjutan masih berada pada tahap eksploratif dan belum menjadi arus utama penelitian di tingkat sekolah dasar.



Gambar 4. Distribusi Frekuensi Kata Kunci Dominan

Meskipun analisis frekuensi kata kunci mampu mengidentifikasi topik yang paling banyak dibahas, pendekatan tersebut belum menunjukkan hubungan antar topik dalam bidang kajian. Oleh karena itu, analisis *co-occurrence* menggunakan VOSviewer dilakukan untuk memetakan keterkaitan antarkata kunci dan mengidentifikasi struktur tematik penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Hasil visualisasi jaringan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kata kunci yang sering muncul bersama membentuk beberapa kluster tematik utama, yang merepresentasikan berbagai fokus penelitian yang saling berkaitan dalam bidang ini.



Gambar 5. Visualisasi Jaringan dan Kluster Kata Kunci

Untuk memberikan gambaran yang lebih rinci mengenai tema-tema yang terbentuk dalam jaringan kata kunci, setiap kluster kemudian dianalisis berdasarkan kata kunci representatif yang menyusunnya. Hasil identifikasi menunjukkan enam kluster tematik utama yang merepresentasikan fokus penelitian teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Rincian tema dan kata kunci representatif pada masing-masing kluster disajikan pada Tabel 2.

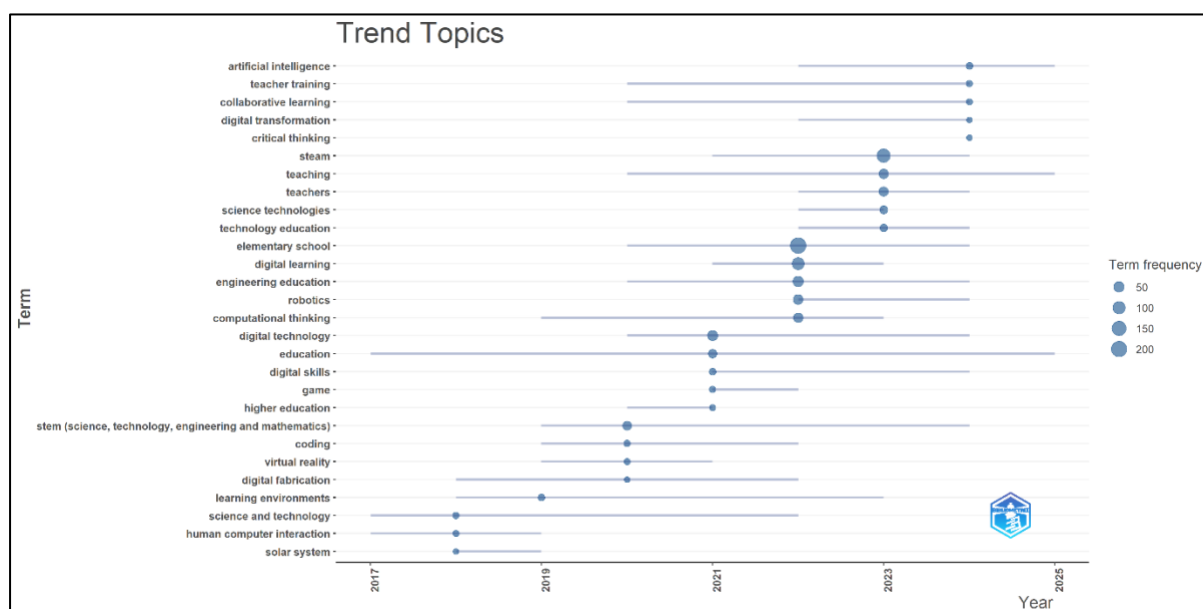
Tabel 2. Kluster Kata Kunci dalam Penelitian Teknologi Digital pada Pembelajaran STEAM SD

Kluster	Nama Tema Kluster	Kata Kunci Representatif
Kluster 1	Berpikir Komputasional dan Keterampilan Abad ke-21	<i>computational thinking, coding, programming, algorithmic thinking, problem solving, critical thinking, digital skills</i>
Kluster 2	Ekosistem Pembelajaran Digital Interaktif	<i>digital learning, game-based learning, augmented reality, virtual reality, human computer interaction, learning environments</i>
Kluster 3	Integrasi Teknologi Digital dalam Kurikulum STEAM	<i>curricula, science education, science technologies, technology education, mathematics education, artificial intelligence</i>
Kluster 4	Pengembangan Kreativitas dan Kolaborasi dalam Pembelajaran STEAM	<i>STEAM, creativity, collaborative learning, education, learning, technology</i>
Kluster 5	Pembelajaran Rekayasa dan Robotika Berbasis Proyek	<i>engineering education, robotics, multimedia systems, project-based learning, digital technology</i>
Kluster 6	Motivasi dan Lingkungan Pembelajaran	<i>motivation, educational environment</i>

Sumber: Hasil analisis menggunakan VOSviewer (2026)

Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut, terlihat bahwa penelitian teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar berkembang pada tiga kecenderungan utama. Pertama, pengembangan kompetensi siswa yang mencakup berpikir komputasional, keterampilan abad ke-21, kreativitas, dan kolaborasi. Kedua, pemanfaatan teknologi digital sebagai sarana pembelajaran melalui berbagai inovasi seperti pembelajaran digital, game-based learning, augmented reality, virtual reality, robotika, dan pembelajaran berbasis proyek. Ketiga, integrasi teknologi digital dalam kurikulum dan lingkungan pembelajaran untuk mendukung efektivitas implementasi STEAM. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi digital tidak lagi berperan sebagai alat bantu semata, tetapi telah menjadi komponen penting dalam pengembangan kompetensi, desain pembelajaran, dan ekosistem pendidikan STEAM di sekolah dasar.

Analisis dinamika topik penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar dilakukan dengan memanfaatkan Bibliometrix R-package pada rentang publikasi tahun 2016–2025 ([Gambar 6](#)). Kata kunci dianalisis berdasarkan gabungan kata kunci penulis (*author keywords*) dan hasil ekstraksi sistem dari judul serta abstrak (*Keywords Plus*), dengan ambang batas kemunculan minimum sebanyak empat kali, serta seleksi lima istilah paling dominan pada setiap tahun publikasi. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola pergeseran fokus kajian secara longitudinal, sehingga dapat terlihat bagaimana tema-tema penelitian berkembang, menguat, atau mengalami penurunan dalam kurun waktu satu dekade. Dengan demikian, analisis ini tidak hanya memetakan intensitas kemunculan topik, tetapi juga menggambarkan arah evolusi konseptual integrasi teknologi digital dalam konteks pembelajaran STEAM di sekolah dasar.



Gambar 6. Visualisasi Tren Perkembangan Topik Penelitian

Hasil visualisasi pada periode awal (2016-2020), penelitian berfokus pada eksplorasi berbagai teknologi dan lingkungan pembelajaran yang mendukung implementasi STEAM. Topik yang muncul antara lain *human computer interaction*, *science and technology*, *learning environments*, *digital fabrication*, *virtual reality*, *coding*, dan *STEM (science, technology, engineering and mathematics)*. Frekuensi kemunculan topik pada fase ini masih relatif rendah yang ditunjukkan oleh ukuran bubble yang kecil. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penelitian masih berada pada tahap pengenalan dan eksplorasi pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran.

Pada periode berikutnya (2021–2022) ditandai oleh meningkatnya perhatian terhadap pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung proses pembelajaran dan pengembangan keterampilan abad ke-21. Topik yang menonjol meliputi *digital technology*, *digital skills*, *digital learning*, *computational thinking*, *robotics*, *engineering education*, dan terutama *elementary school* yang memiliki frekuensi kemunculan paling tinggi. Dengan demikian, fase ini dapat dipahami sebagai tahap transisi dari eksplorasi penggunaan teknologi menuju pemanfaatannya untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir komputasional dan pemecahan masalah ([Ching et al., 2018](#); [Ouyang & Xu, 2024](#)).

Pada periode paling mutakhir (2023–2025), tren topik menunjukkan konsentrasi pada sejumlah isu yang berkaitan dengan transformasi pembelajaran berbasis teknologi digital, seperti STEAM, *artificial intelligence*, *digital learning*, *teacher training*, *collaborative learning*, dan *critical thinking*. Kemunculan tema-tema ini secara bersamaan mencerminkan meningkatnya perhatian penelitian terhadap aspek pedagogik, peran guru, dan desain pembelajaran di tengah percepatan transformasi digital di pendidikan dasar. Sejalan dengan arah perkembangan tersebut, sejumlah studi terbaru menegaskan bahwa integrasi *Artificial Intelligence (AI)* sebagai teknologi digital mutakhir dalam konteks STEAM perlu dirancang secara pedagogis, dengan menempatkan peran guru dan desain pembelajaran sebagai faktor kunci dalam pengembangan kompetensi abad ke-21 siswa ([Cheng et al., 2025](#); [Fu et al., 2025](#)). Namun demikian, kemunculan kata kunci dalam analisis tren topik ini belum secara langsung merefleksikan keterkaitan konseptual yang kuat antar-tema, melainkan lebih menunjukkan arah fokus riset yang sedang berkembang pada periode tersebut.

4. Kesimpulan

Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar berada pada fase pertumbuhan aktif dengan peningkatan publikasi yang signifikan dalam satu dekade terakhir. Secara tematik, perkembangan riset memperlihatkan pergeseran yang jelas dari kajian awal yang berfokus pada teknologi sebagai sarana pendukung pembelajaran menuju eksplorasi teknologi digital sebagai komponen pedagogis yang berkontribusi langsung terhadap pengembangan keterampilan berpikir komputasional, kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah siswa.

Tren topik yang berkembang pada periode mutakhir ditandai oleh meningkatnya perhatian terhadap *digital learning*, *critical thinking*, *collaborative learning*, *teacher training*, *robotics*, serta kemunculan *artificial intelligence* dalam konteks STEAM sekolah dasar. Namun, kemunculan topik-topik tersebut hanya mencerminkan popularitas temporal bukan keterkaitan konseptual yang terintegrasi dalam kerangka STEAM. Selain itu, keterlibatan unsur *Arts* dalam pembelajaran STEAM masih belum terlihat secara optimal. Beberapa penelitian masih cenderung menerapkan pendekatan STEM dengan penambahan label *Arts* tanpa mengintegrasikan unsur seni secara mendalam. Dengan demikian, meskipun kajian integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEAM di sekolah dasar telah berkembang secara kuantitatif dan tematik, bidang ini masih memerlukan penguatan konseptual agar tren teknologi yang berkembang dapat dipadukan secara lebih bermakna dalam praktik pembelajaran dan pengembangan kurikulum pendidikan dasar.

Referensi

Abdi, A. I., Omar, A. M., Mahdi, A. O., Constance, A., & Osman, M. A. (2024). Tracing the Evolution of STEM Education: A Bibliometric Analysis. *Frontiers in Education*, November, 1–12.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1457938>

- Agustin, N. (2025). Exploring Trends Topic on Steam Education in Elementary Schools Over the Last Decade : A Bibliometric Analysis. *Salud, Ciencia y Tecnología*. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251907>
- 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>
- Atiaturrahmaniah, A., Aryana, I. B. P., & Suastra, I. W. (2022). Peran Model Science, Technology, Engineering, Arts, and Math (STEAM) dalam Meningkatkan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *JPGI: Jurnal Penelitian Guru Indonesia*. <https://jurnal.iicet.org/index.php/jpgi/article/view/2537>
- Ayuningtyas, K. W., Widiyatmoko, A., Subali, B., & Widiarti, N. (2026). Trends in the Development of Integrated STEAM Digital Learning Media in Primary School from 2020 to 2025. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 12(1), 190–202.
- Azizah, W. A., & Wahyuni, N. I. (2024). Tren Riset Pendekatan STEAM (2018-2022): Analisis Bibliometrik. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*. <https://ejournal.uksw.edu/scholaria/article/view/10346>
- Bornmann, L., & Mutz, R. (2014). Growth Rates of Modern Science : A Bibliometric Analysis Based on the Number of Publications and Cited References. *Journal of the Association for Information Science and Technology Growth*, 1–28.
- Cheng, C. C., Wang, J. S., Zhai, X., Ting, Y., & Yang, C. (2025). AI Literacy and Gender Equity in Elementary Education : A Quasi - Experimental Study of a STEAM – PBL – AIoT Course with Questionnaire Validation. *International Journal of STEM Education*.
- Ching, Y., Hsu, Y.-C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 563–573. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science Mapping Software Tools: Review, Analysis, and Cooperative Study among Tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Dewi, S. N., & Sutriyani, W. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) terhadap Hasil Belajar Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Syntax Admiration*. <https://jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/1340>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to Conduct a Bibliometric Analysis: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, 133(May), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Fu, Y., Weng, Z., & Wang, J. (2025). Examining AI Use in Educational Contexts : A Scoping Meta - Review and Bibliometric Analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35(3),

- 1388–1444. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00442-w>
- Hakim, A. N., & Yulia, L. (2024). Dampak Teknologi Digital terhadap Pendidikan Saat Ini. *Pediaqu: Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, 3(1), 145–163.
- Huda, M. S., Isdaryanti, B., Ellianawati, & Rozi, F. (2025). Mapping the Landscape of STEAM Education (2021–2025): A Bibliometric Analysis of Media, Learning Outcomes, and Assessment Practices. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10, 274–287. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.35572>
- Mantau, B. A. K., & Talango, S. R. (2023). Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Proses Pembelajaran (Literature review). *IRFANI: Jurnal Pendidikan Islam*. <https://journal.iaingorontalo.ac.id/index.php/ir/article/view/3897>
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in Education: A Bibliometric Analysis of Performance and Co-Words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Nguyen, T., Thanh, T., Thanh, T., Nguyen, H., & Le, T. H. (2025). Science Mapping Research of STEM in Primary Schools : A Bibliometric Analysis from Scopus Database (2004-2024). *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/16510>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The Effects of Educational Robotics in STEM Education : A Multilevel Meta - Analysis. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Öztürk, O., Kocaman, R., & Kanbach, D. K. (2024). How to Design Bibliometric Research: An Overview and A Framework Proposal. *Review of Managerial Science*, 18(11), 3333–3361. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00738-0>
- Salavati, S. (2016). *Use of Digital Technologies in Education* (Issue 264).
- Waltman, L. (2016). A Review of the Literature on Citation Impact Indicators. *Journal of Informetrics*, 10(2), 365–391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joi.2016.02.007>
- Wu, X., & Chen, J.-B. (2025). Trends , Themes , and Innovations in Technology-Enhanced Learning : A Comprehensive Bibliometric Study. *SAGE Open*, 2188, 1–28. <https://doi.org/10.1177/21582440251385845>
- Zhan, Z., Shen, W., Xu, Z., Niu, S., & You, G. (2022). A Bibliometric Analysis of the Global Landscape on STEM Education (2004-2021): Towards Global Distribution, Subject Integration, and Research Trends. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 16(2), 171–203. <https://doi.org/10.1108/apjie-08-2022-0090>