

Peran *Artificial Intelligence* dalam Menunjang Kebutuhan SDGs dan Kemampuan Abad 21: A Systemic Literature Review Using Prisma

Rohim^{1*}, Maimon Sumo², Moch. Haikal³

¹²³Universitas Islam Madura, Indonesia

^{1*} kangohim455@gmail.com, ²maimonshadiyanto@gmail.com, ³ moch.haikal@uim.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15 July 2025

Revised 18 September 2025

Accepted 2 October 2025

Available online 30 October 2025

Keywords:

Please provide 3-5 words and every keyword separated by semicolon (;)



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.
Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas
Sebelas Maret.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis tren penelitian tentang peran *artificial intelligence* dalam menunjang kebutuhan SDGs dan kemampuan abad 21, sekaligus menjajaki peluang untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, dikarenakan penelitian yang secara langsung membahas AI dengan SDGs dan Kemampuan abad 21 masih jarang dan belum dilakukan. Selain itu, penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review* yang menggunakan pedoman prisma. Dengan menggunakan pedoman prisma ditemukan 270 artikel yang relevan di database publish or perish, google scholar, scopus dan sinta, dengan 30 artikel yang publish pada tahun 2021-2025 pada database scopus dan sinta yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Sedangkan untuk analisis data hasil penelitian digunakan metode bibliometrik dengan bantuan aplikasi Vosviewer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI dengan SDGs dan kemampuan abad 21 masih belum diteliti secara langsung, sehingga ditemukan suatu peluang untuk dilakukan penelitian lanjutan yang secara langsung mengintegrasikan ketiganya. Untuk itu, peneliti menyarankan untuk penelitian lanjutan tentang integrasi ketiganya.

ABSTRACT

This study aims to identify and analyze research trends on the role of artificial intelligence in supporting the needs of SDGs and 21st century capabilities, as well as exploring opportunities for further research development, because research that directly discusses AI with SDGs and 21st century capabilities is still rare and has not been done. In addition, this study uses a systematic literature review method using the prism guideline. By using the prism guideline, 270 relevant articles were found in the publish or perish, google scholar, scopus and sinta databases, with 30 articles published in 2021-2025 in the scopus and sinta databases that met the inclusion and exclusion criteria. Meanwhile, for the analysis of research data, a bibliometric method was used with the help of the Vosviewer application. The results of the study indicate that the integration of AI with SDGs and 21st century capabilities has not been studied directly, so that an opportunity was found for further research that directly integrates the three. For this reason, the researcher suggests further research on the integration of the three.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat membawa dunia sekarang ini memasuki era yang semakin modern dan penuh dengan hal baru yang biasa kita kenal dengan sebutan Society 5.0 (Al Husaeni et al., 2024), dimana semua kalangan masyarakat telah berorientasi dan mengandalkan serta memanfaatkan teknologi digital di dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan (Galaz et al., 2021). Di era ini, kecerdasan buatan atau terbiasa disebut *Artificial Intelligence* (AI) menjadi alat dan akses yang penting dalam transformasi pendidikan (Al Husaeni et al., 2024). AI kini telah merevolusi berbagai aspek dalam dunia pembelajaran, mulai dari cara guru menyampaikan materi hingga bagaimana peserta didik belajar dan dievaluasi (Eka Andriani et al., 2023). Berbagai aplikasi dan sistem yang berbasis AI memungkinkan pembelajaran menjadi lebih personal, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan masing-masing peserta didik. Salah satu bentuk implementasi AI dalam pendidikan adalah *intelligent tutoring system* yang mampu memberikan umpan balik otomatis serta menyesuaikan tingkat kesulitan materi berdasarkan kemampuan siswa. Kehadiran teknologi ini menjadi peluang besar untuk

meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam mempersiapkan generasi yang akan membentuk keterampilan abad 21 di dalam diri para generasi muda. Namun disamping itu, kemajuan teknologi ini juga perlu disikapi secara kritis agar tidak menghilangkan esensi nilai-nilai pendidikan itu sendiri, termasuk keterampilan abad 21 (Cathrin & Wikandaru, 2023).

Keterampilan abad 21 merupakan keterampilan yang sangat dibutuhkan dalam pendidikan dan masa depan peserta didik (Lestari, 2024), dimana keterampilan tersebut meliputi beberapa kemampuan yaitu kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan kolaboratif, dan komunikatif, serta penguasaan terhadap literasi digital dan memiliki karakter yang tangguh. AI dinilai mampu mendukung penguatan keterampilan ini, terutama dalam memfasilitasi pembelajaran yang menekankan pada pengasahan kemampuan kreativitas peserta didik (Hujjatusnaini et al., 2022). Melalui dukungan teknologi AI seperti *generative AI*, peserta didik dapat mengeksplorasi informasi secara luas, melakukan analisis data, hingga menghasilkan solusi inovatif dari suatu permasalahan. Platform AI seperti ChatGPT juga membantu siswa dalam merancang proyek, menulis esai, dan memahami topik kompleks dengan cara yang lebih interaktif. Hal ini sangat mendukung tuntutan keterampilan abad 21. Selain itu, AI memungkinkan pengayaan sumber belajar yang mendalam dan beragam, membantu siswa mengembangkan cara berpikir yang reflektif dan kritis. Dengan demikian, AI bukan hanya alat bantu, tetapi dapat menjadi fasilitator dalam pengembangan kompetensi esensial bagi peserta didik di era modern (Hujjatusnaini et al., 2022; Okagbue et al., 2023).

Penguatan keterampilan abad 21 menjadi aspek krusial dalam konteks pemanfaatan AI yang mendukung ketercapaian SDGs (Arini & Nursa'ban, 2024). Pendidikan abad 21 perlu dirancang dengan baik dan tepat sasaran sesuai dengan keinginan SDGs dan membentuk ketrampilan peserta didik (Marouli, 2021) agar tidak hanya cerdas secara akademik saja (Warastuti et al., 2025), melainkan juga harus memiliki kemampuan untuk berdaya saing global dan berintegritas (Nabila et al., 2023; Tareze et al., 2022). Pendidikan masa depan (Marouli, 2021) harus memprioritaskan keseimbangan antara kecerdasan buatan dan kecerdasan manusiawi (Arini & Nursa'ban, 2024; Nabila et al., 2023). Teknologi dapat memperluas wawasan, namun nilai-nilai seperti empati, tanggung jawab, dan kejujuran tetap perlu ditanamkan melalui interaksi manusia. Maka dari itu, sistem pendidikan yang mengintegrasikan AI perlu mengedepankan pendekatan holistik yang melibatkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Upaya ini akan menjamin terciptanya generasi yang tidak hanya cakap teknologi, tetapi juga bijak dalam menggunakannya untuk kepentingan kemanusiaan (Arini & Nursa'ban, 2024; Nabila et al., 2023).

Kehadiran AI memberikan kontribusi besar terhadap pencapaian untuk menunjang *Sustainable Development Goals* (SDGs) (Snejana, 2022), khususnya tujuan dalam bidang pendidikan yaitu "Pendidikan Berkualitas." AI dapat menjangkau lebih banyak peserta didik melalui pembelajaran digital yang inklusif, fleksibel, dan adaptif. Dengan teknologi ini, siswa dari berbagai latar belakang sosial dan geografis yang beragam dapat mengakses materi pembelajaran berkualitas secara merata. Hal ini menjadi bagian dari agenda global untuk menjamin pemerataan akses dan peningkatan mutu pendidikan (Tareze et al., 2022). AI juga mendukung sistem penilaian otomatis dan pelaporan pembelajaran yang lebih akurat (Tabaku et al., 2025), sehingga guru dapat memantau perkembangan siswa secara real time. Secara tidak langsung, hal ini mempercepat transformasi pendidikan menuju sistem yang lebih responsif terhadap kebutuhan individual siswa. Dengan strategi yang tepat, AI dapat menjadi katalis dalam mempercepat pencapaian SDGs, khususnya dalam dimensi pendidikan yang inklusif dan bermutu (Arini & Nursa'ban, 2024).

Salah satu bentuk implementasi AI yang nyata adalah dalam bidang evaluasi pembelajaran melalui *automatic assessment*. Teknologi ini mampu memberikan umpan balik instan dan bahkan objektif terhadap hasil belajar peserta didik. Misalnya seperti Quizizz Paper Mode, yang dapat membantu dan memudahkan guru untuk menilai jawaban peserta didik secara otomatis dan lebih efisien (Cathrin & Wikandaru, 2023). Teknologi seperti hal yang tersebut, tidak hanya menghemat waktu (Tabaku et al., 2025), tetapi juga membantu guru menganalisis kesulitan belajar peserta didik secara lebih sistematis. Teknologi *automatic assessment* dapat mendukung pendekatan pembelajaran berbasis data yang lebih tepat sasaran. Namun, sistem ini juga harus dirancang dengan prinsip pedagogis yang tepat agar mampu mengukur aspek-aspek penting seperti kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), bukan sekadar hafalan. Oleh karena itu, perancangan instrumen penilaian dan soal yang sesuai menjadi faktor kunci keberhasilan pemanfaatan AI dalam evaluasi pendidikan (Cathrin & Wikandaru, 2023). AI menjadi pendorong utama dalam transformasi pendidikan menuju capaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya pada tujuan keempat, yaitu pendidikan berkualitas. Teknologi ini memungkinkan

adanya personalisasi pembelajaran yang lebih efektif, peningkatan aksesibilitas pendidikan, serta penguatan literasi digital sebagai bagian dari keterampilan abad 21 (Gupta & Motlagh, 2020; Hujjatusnaini et al., 2022). Pemanfaatan AI dalam pendidikan juga berkontribusi mempercepat pemerataan pendidikan global dengan mengatasi kendala geografis dan sosial, melalui platform pembelajaran daring adaptif berbasis kecerdasan buatan (Alamäki et al., 2024; Eka Andriani et al., 2023). Selain itu, AI memperkaya metode pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah (*project-based learning* dan *problem-solving learning*) yang mendorong penguatan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif (Okagbue et al., 2023; Warastuti et al., 2025).

Sejak disepakatinya tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (Nabila et al., 2023), berbagai upaya telah dilakukan oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia (Tareze et al., 2022) untuk mencapai target-target dalam 17 tujuan global tersebut (Marouli, 2021), termasuk dalam bidang pendidikan. SDG nomor 4, yaitu *Quality Education*, secara khusus menekankan pentingnya menjamin pendidikan yang inklusif dan berkualitas serta mendukung kesempatan belajar sepanjang hayat bagi semua. Namun, capaian terhadap tujuan ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama di negara-negara berkembang. Berdasarkan laporan UNESCO (2023), meskipun terdapat peningkatan signifikan dalam akses pendidikan dasar, kesenjangan kualitas dan pemerataan pendidikan masih menjadi hambatan besar, terlebih dalam aspek literasi digital dan kesiapan menghadapi revolusi industri 4.0 (Arini & Nursa'ban, 2024).

SDG 4 memiliki tujuan untuk memastikan bahwa “pendidikan berkualitas yang inklusif dan adil” dan mempromosikan “kesempatan belajar seumur hidup untuk semua.” SDG 4 juga memiliki tujuan untuk memastikan bahwa perolehan keterampilan dan pengetahuan, yang penting untuk menjalani kehidupan yang berkelanjutan tersedia untuk semua orang (Alamäki et al., 2024). Namun berdasarkan data dari SDG Progress Report menunjukkan bahwa hingga tahun 2022, sekitar 244 juta anak dan remaja di dunia masih tidak bersekolah, dan angka ini menjadi refleksi bahwa SDG 4 masih belum sepenuhnya tercapai secara merata (Arini & Nursa'ban, 2024). Penelitian oleh (Gupta & Motlagh, 2020) juga menyampaikan pentingnya memetakan relevansi kecerdasan buatan terhadap indikator-indikator SDGs, termasuk pendidikan, untuk mengidentifikasi potensi percepatan atau hambatan yang mungkin terjadi. Selain itu, dalam penelitian lain juga menegaskan bahwa pengembangan teknologi digital dan AI harus memperhatikan risiko ketidaksetaraan akses, agar peranannya dalam mencapai tujuan pendidikan berkelanjutan dapat lebih efektif (Galaz et al., 2021). Hal ini menunjukkan perlunya strategi pendidikan yang inovatif dan adaptif, termasuk pemanfaatan teknologi dan kecerdasan buatan untuk menjangkau kelompok-kelompok yang terpinggirkan serta mempercepat pemerataan akses terhadap pembelajaran berkualitas (Snejana, 2022).

Meskipun berbagai penelitian telah membahas peran AI dalam mendukung transformasi digital di bidang pendidikan dan keberlanjutan, integrasi antara kecerdasan buatan dengan pencapaian SDGs serta penguatan keterampilan abad 21 masih sangat terbatas kajiannya. Sebagaimana dalam sebuah penelitian sebelumnya disampaikan bahwa penerapan AI dalam sektor-sektor kritis untuk keberlanjutan memang semakin meluas, namun kajian tentang keterhubungan langsung AI dengan pengembangan keterampilan abad 21 masih jarang ditemukan (Galaz et al., 2021). Selain itu, terdapat penelitian lain yang menegaskan bahwa terdapat kekosongan penelitian dalam memetakan secara sistematis hubungan antara digitalisasi, AI, dan indikator-indikator SDGs, khususnya pada aspek pendidikan dan keterampilan abad 21 (Gupta & Motlagh, 2020). Hujjatusnaini et al., (2022) juga mencatat bahwa meskipun keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif telah menjadi fokus global, belum banyak pendekatan berbasis AI yang secara langsung dikaitkan dengan penguatan keterampilan tersebut dalam konteks pendidikan berkelanjutan. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat gap riset yang perlu segera diisi, khususnya untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi tidak hanya mempercepat pencapaian SDGs, tetapi juga menguatkan kompetensi penting abad 21 bagi peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membahas secara kritis peran AI dalam menunjang keterampilan abad 21 dan mendukung pencapaian SDGs, khususnya dalam konteks pendidikan karakter. Kajian ini akan mengupas bagaimana teknologi AI mempengaruhi cara belajar siswa serta bagaimana strategi yang tepat dapat digunakan untuk menjaga integritas pendidikan di tengah arus digitalisasi. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi strategis mengenai pengembangan karakter yang selaras dengan pemanfaatan AI dalam pembelajaran. Dengan pendekatan yang holistik dan komprehensif, diharapkan penelitian ini dapat menjawab tantangan pendidikan masa depan dan memberikan kontribusi nyata dalam perumusan kebijakan pendidikan yang berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang terstruktur menggunakan pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). PRISMA merupakan pendekatan yang memfasilitasi penulis dalam menyusun laporan secara transparan dan sistematis, dengan tujuan menjelaskan secara jelas maksud dari pelaksanaan kajian literatur serta metode dan hasil yang diperoleh (Page et al., 2022)). Penggunaan PRISMA dipilih karena mampu memberikan alur kerja yang runtut dan logis dalam proses pencarian, penyaringan, hingga pelaporan data penelitian, sehingga hasil yang diperoleh bersifat valid dan akurat (Irwandani et al., 2024).

Sumber data dalam penelitian ini dikumpulkan dari berbagai pangkalan data ilmiah seperti *Google Scholar*, *Sinta*, dan *Publish or Perish*. Semua artikel yang diperoleh kemudian ditinjau dan dipilih berdasarkan relevansinya terhadap fokus penelitian (Tabel 1). Kemudian proses penyaringan artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

Tabel 1. Database starategi pencarian data artikel

Filter	Deskripsi
Tahun	2020-2025
Subject area	<i>Artificial Intelligence</i>
Topik khusus	Keterampilan abad 21, SDGs
Tingkatan pendidikan	SMA
Bahasa	Inggris dan Indonesia
Jenis karya ilmiah	Jurnal
Tipe Documen	Open Acces
Rangk tipe	Scopus, Sinta

Pada tahap pemilihan artikel dengan bantuan PRISMA, awalnya terkumpul sebanyak 270 artikel yang bersumber dari *Publish or Perish* dan *Google Scholar*. Selain itu, terdapat 30 artikel tambahan yang diambil dari portal resmi scopus dan sinta dengan indeks 1 hingga 5. Namun, dalam proses seleksi awal, sejumlah artikel harus dieliminasi: 102 artikel dihapus karena terduplikasi, 95 artikel tidak relevan dengan kata kunci yang digunakan, serta 15 literatur lainnya dikeluarkan karena berupa buku, bukan artikel ilmiah. Setelah penyaringan tahap awal tersebut, tersisa 68 artikel untuk dievaluasi lebih lanjut. Pada penyaringan lanjutan, terdapat 13 artikel yang dibuang karena tidak judul dan abstraknya tidak sesuai dan tidak relevan dengan fokus penelitian, kemudian sisa dari 55 artikel, ditemukan sebanyak 25 artikel tidak berbahasa inggris ataupun Indonesia, sehingga perlu dihapus. Dari hasil seleksi ini, sebanyak 50 artikel dinyatakan layak untuk masuk ke tahap analisis berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

Seleksi lanjutan dilakukan dengan lebih ketat untuk memastikan relevansi dan kualitas artikel. Sebanyak 8 artikel dieliminasi karena teori yang diangkat tidak selaras dengan fokus penelitian, 4 artikel tidak diambil karena tahun terbit tidak sesuai dan 8 artikel lainnya dikeluarkan karena artikel tidak dapat diakses akibat format file yang tidak mendukung. Setelah melalui seluruh tahapan seleksi tersebut, diperoleh sebanyak 30 artikel yang dianggap memenuhi syarat dan layak untuk dianalisis dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 1.

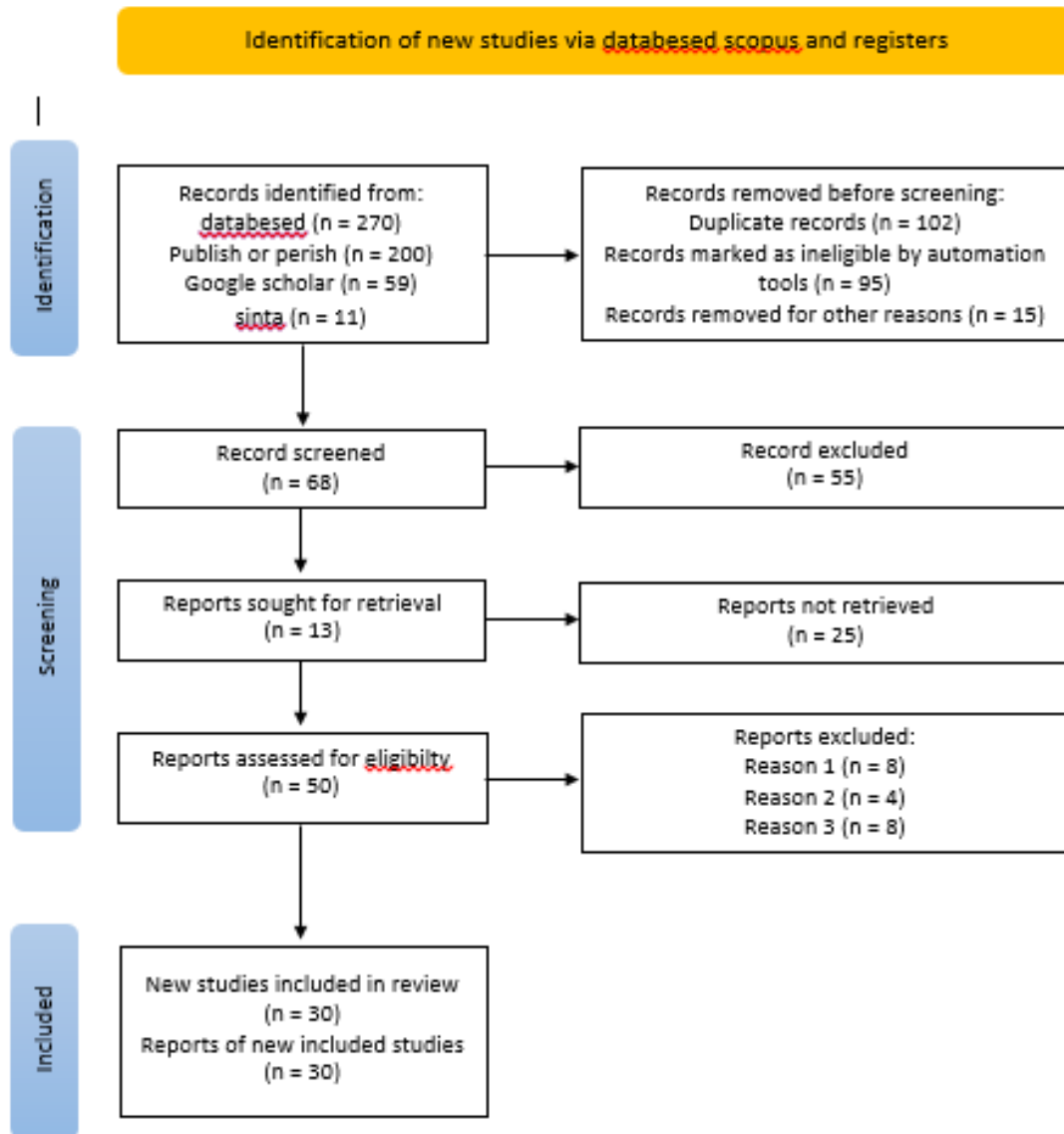
Tabel 2. Inclusion dan exclusion

Kriteria	Inclusion	Exclusion
Judul dan isi	Berhubungan dengan <i>Artificial Intelligence</i> /Keterampilan abad 21/SDGs	Tidak relevan dengan judul
Tahun Publikasi	Dari 2020-2025	Terpublikasi
Tipe publikasi	Only journal	Review, editorial
Bahasa	English and Indonesian	Others
Fokus bahasan	Berhubungan dengan <i>Artificial Intelligence</i> /Keterampilan abad 21/SDGs	Others
Partisipasi	Perguruan tinggi/SMA/SMP/SD	Others
Accessibilty	Full tex	Others
Jornal indexing	Only Scopus and Sinta	Others

Dalam proses seleksi, diterapkan kriteria *Inclusion* dan *Exclusion* untuk memastikan kesesuaian artikel. Kriteria *Inclusion* mencakup artikel yang memiliki keterkaitan isi dengan topik, *Artificial Intelligence*, *Sustainable Development Goals* (SDGs) dan Keterampilan abad 21, serta diterbitkan dalam rentang waktu 2020 hingga 2025. Artikel juga melibatkan partisipan dari berbagai jenjang pendidikan, bukan hanya di tingkat pendidikan menengah

saja melainkan juga sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Selain itu, artikel harus berasal dari jurnal bereputasi yang terindeks Scopus atau SINTA dan tersedia dalam bentuk *full-text*, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris.

Sebaliknya, artikel digolongkan dalam kriteria Exclusion apabila tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan, seperti judul dan isi yang tidak relevan dengan topik utama, serta jurnal tidak termasuk dalam indeks Scopus atau SINTA yang dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Tahapan systematic literature review

Seluruh tahapan *Systematic Literature Review* telah dilakukan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dan ditetapkan sebelumnya. Adapun daftar dari 30 artikel ilmiah yang dinilai relevan dan memenuhi kelayakan yang fokus penelitiannya sesuai dengan penelitian ini yang selanjutnya dianalisis dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar 30 Artikel *Literature Review*

No	Author	Title	Journal Index	Methodology
1	Rochman et al., (2024)	<i>How Bibliometric Analysis Using VOSviewer Based on Artificial Intelligence Data (using ResearchRabbit Data): Explore Research Trends in Hydrology Content Content</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>
2	Eka Andriani et al., (2023)	Pemanfaatan Artificial Intelligence sebagai Automatic Assesment untuk Meningkatkan Literasi Digital Guru Sekolah Dasar	Sinta 3	Metode Partisipatif
3	Hujjatusnaini et al., (2022)	<i>The Effect of Blended Project-Based Learning Integrated With 21st-Century Skills On Pre-Service Biology Teachers' Higher-Order Thinking Skills</i>	Sinta 3	<i>Mixed method</i>
4	Warastuti et al., (2025)	Penerapan Literasi Digital dalam Membangun Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar	Sinta 3	Kualitatif
5	Okagbue et al., (2023)	<i>A comprehensive overview of artificial intelligence and machine learning in education pedagogy: 21 Years (2000–2021) of research indexed in the scopus database</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>
6	Tareze et al., (2022)	Model Pembelajaran Kolaborasi SDGs Dalam Pendidikan Formal Sebagai Pengenalan Isu Global Untuk Meningkatkan Kesadaran Sosial Peserta Didik	Sinta 3	Kajian literatur
7	Nabila et al., (2023)	<i>Biology learning innovation in the water pollution sub material based on sustainable development goals (SDGs) using the problem-based learning</i>	Sinta 2	<i>Research & Develpment</i>
8	Alamäki et al., (2024)	<i>Artificial intelligence literacy in sustainable development: A learning experiment in higher education</i>	Scopus Q2	<i>qualitative research</i>
9	Arini & Nursa'ban, (2024)	<i>Contribution of Artificial Intelligence (AI) in Education to Support the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) 2030</i>	Sinta 3	<i>Descriptive qualitative</i>
10	Apriyanti et al., (2025)	<i>21st Century Environmental Education: A Strategy for Transforming Community Behavior in Facing the Environmental Crisis</i>	Sinta 2	<i>literature review</i>
11	Marouli, (2021)	<i>Sustainability Education for the Future? Challenges and Implications for Education and Pedagogy in the 21st Century</i>	Scopus non-Q	<i>multidisciplinary approach</i>

No	Author	Title	Journal Index	Methodology
12	Ahsan, (2023)	<i>Empowering Tomorrow: A Systematic Approach To STEM Education Pedagogy For Achieving Sustainable Development Goals And Students' Conceptual Understanding</i>	Scopus non-Q	Eksperimen
13	Lestari, (2024)	<i>Profile Of High School Student's Scientific Literacy To Support Sdgs'13 (Climate Action) On The Global Warming Phenomenon</i>	Sinta 2	Mixed method
14	Snejana, (2022)	<i>Applying Artificial Intelligence (AI) For Mitigation Climate Change Consequences Of The Natural Disasters</i>	Scopus Q1	Literature Review
15	Aji et al., (2025)	<i>Development Of Augmented Reality Based And Artificialintelligence Assisted E-Modules On Global Warming Materials To Improve Critical Thinking Skills Of High School Learners</i>	Sinta 3	Development research
16	Singh et al., (2023)	<i>Artificial intelligence for Sustainable Development Goals: Bibliometric patterns and concept evolution trajectories.</i>	Scopus Q1	Literature Review
17	Cowls et al., (2023)	<i>The AI gambit : leveraging artificial intelligence to combat climate change-opportunities, challenges, and recommendations</i>	Scopus Q1	qualitative research
18	Galaz et al., (2021)	<i>Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability</i>	Scopus Q1	literature review
19	Tabaku et al., (2025)	<i>Utilizing Artificial Intelligence In Energy Management Systems To Improve Carbon Emission Reduction And Sustainability</i>	Scopus Q4	literature review
20	Al Husaeni et al., (2024)	<i>Chatbot Artificial Intelligence As Educational Tools In Science And Engineering Education: A Literature Review And Bibliometric Mapping Analysis With Its Advantages And Disadvantages</i>	Sinta 1	Literature review
21	Benvenuti et al., (2023)	<i>Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context</i>	Scopus Q1	Systematic Reviews

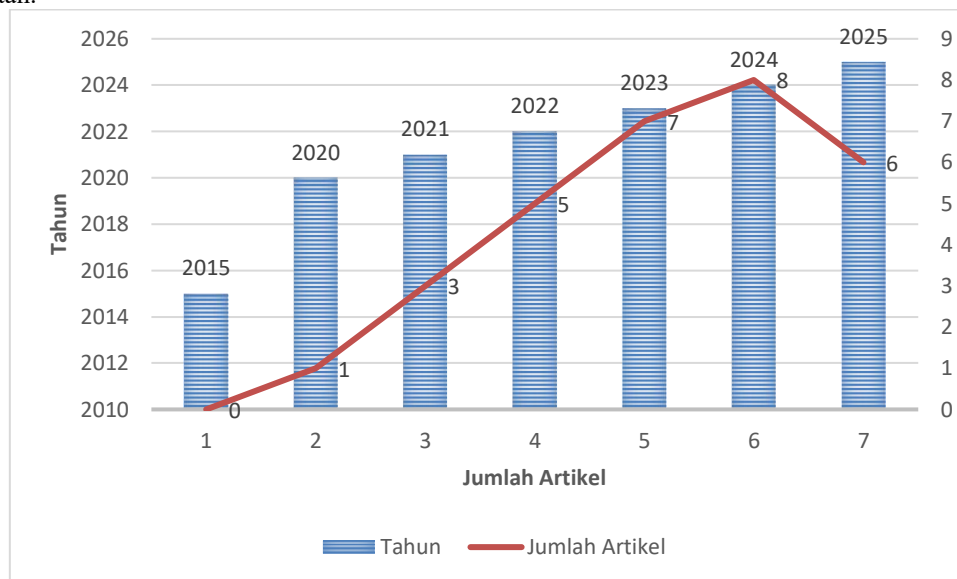
No	Author	Title	Journal Index	Methodology
22	Kurniawan & Shaddiq, (2024)	<i>Application Of Artificial Intelligence In Increasing The Effectiveness Of HR Behavior In The Era Of Industry 4.0 Systematic Literature Review Method</i>	Scopus non-Q	<i>Literature Review</i>
23	Purnell, (2022)	<i>A comparison of different methods of identifying publications related to the United Nations Sustainable Development Goals: Case study of SDG 13 — Climate Action</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>
24	Wijaya et al., (2024)	<i>Behavioral sciences Latent Profile Analysis of AI Literacy and Trust in Mathematics Teachers and Their Relations with AI Dependency and 21st-Century Skills.</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>
25	Sposato, (2025)	<i>A call for caution and evidence – based research on the impact of arti fi cial intelligence in education</i>	Scopus Non-Q	<i>Literature Review</i>
26	Sachyani & Gal, (2025)	<i>Artificial Intelligence Tools in Environmental Education: Facilitating Creative Learning about Complex Interaction in Nature</i>	Scopus Q3	<i>Literature Review</i>
27	Gupta & Motlagh, (2020)	<i>The Digitalization Sustainability Matrix : A Participatory Research Tool for Investigating Digitainability</i>	Scopus Q1	<i>collaborative methods</i>
28	Yeh et al., (2021)	<i>Public Perception of Artificial Intelligence and Its Connections to the Sustainable Development Goals.</i>	Sopus Q1	<i>Literature Review</i>
29	Bachmann et al., (2022)	<i>The Contribution of Data-Driven Technologies in Achieving the Sustainable Development Goals the Sustainable Development Goals</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>
30	Okulich-kazarin et al., (2024)	<i>Will AI Become a Threat to Higher Education Sustainability? A Study of Students' Views</i>	Scopus Q1	<i>Literature Review</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Berdasarkan 30 artikel penelitian yang telah di analisis, menunjukkan bahwa artificial intelligence memiliki peran untuk menjadi penunjang kebutuhan SDGs dan kemampuan abad 21. Namun, dalam hal ini belum ada penelitian yang menjelaskan secara signifikan mengenai peran AI terhadap SDGs dan Kemampuan abad 21 secara langsung. Sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut dimasa depan untuk fokus penelitiannya pada peranan AI

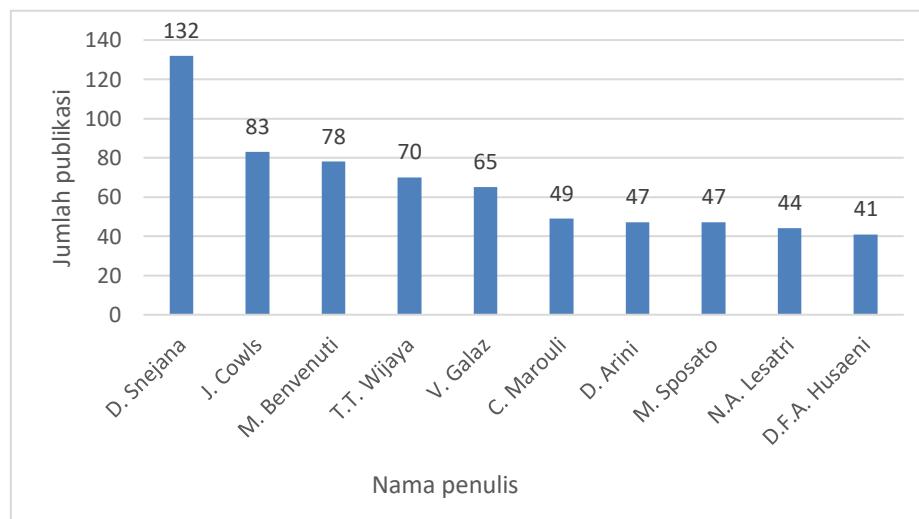
dalam menunjang kebutuhan SDGs dan kemampuan abad 21, sehingga bisa berkontribusi pada pendidikan yang berkelanjutan.



Gambar 2. Tren tahun penelitian

Gambar 2 menunjukkan tren tahun penelitian dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2025. Dimana pada tahun 2020 hanya terdapat 1 artikel yang membahas peran AI dalam memnunjng kebutuhan SDGS maupun kemampuan abad 21, tahun 2021 terdapat 3 artikel, tahun 2022 terdapat 5 artikel, tahun 2023 terdapat 7 artikel. Sehingga dari tahun ke tahun tren penelitian tentang hal tersebut tergolong stabil dengan mengalami peningkatan yang bertahap. Pada tahun 2024 terdapat peningkatan tertinggi yaitu sebanyak 8 artikel dalam tren tahun penelitian yang membahas peran AI dalam menunjang kebutuhan SDGs maupun kemampuan abad 21. Namun, pada tahun 2025 mengalami penurunan yaitu hanya terdapat 6 jumlah artikel.

Meningkatnya tren penelitian tersebut dikarenakan menariknya penelitian untuk mengeksplorasi topik penelitian yang membahas tentang AI, SDGs dan kemampuan abad 21, sehingga membawa kontribusi yang baik dalam membawa pengalaman dan pembelajaran di masa depan.



Gambar 3. 10 Penulis dengan jumlah artikel terbanyak dari tahun 2021-2025

Berdasarkan gambar 3, diketahui bahwa terdapat 10 penulis dengan posisi top teratas dengan jumlah publikasi terbanyak dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2025. Penulis atas nama Dineva memiliki jumlah publikasi terbanyak yaitu 132 publikasi pertahun. Setiap publikasi penulis tersebut melakukan kolaborasi dengan penulis lainnya yang membahas terkait AI khususnya dalam bidang pendidikan. Publikasi yang termasuk kategori terbanyak bagian tangan di tempati oleh peneliti atas nama (Galaz et al., 2021) dengan jumlah publikasi 65 publikasi pertahun, ia menyatakan bahwa AI merupakan elemen penting dalam memberikan dampak kehidupan berkelanjutan. Disisi lain, AI juga membuka jalan untuk pendekatan baru terhadap efesiensi, produktivitas, dan pengambilan keputusan yang membutuhkan data yang akurat. Sedangkan publikasi yang tergolong rendah ditempati

oleh (Al Husaeni et al., 2024) dengan jumlah publikasi 41 publikasi pertahun, dimana ia menyatakan bahwa teknologi AI merupakan alat yang menarik dalam sebuah pembelajaran karena terdapat inovasi di dalam proses pembelajaran sehingga membuat meningkat proses belajar dan hasil belajar siswa.

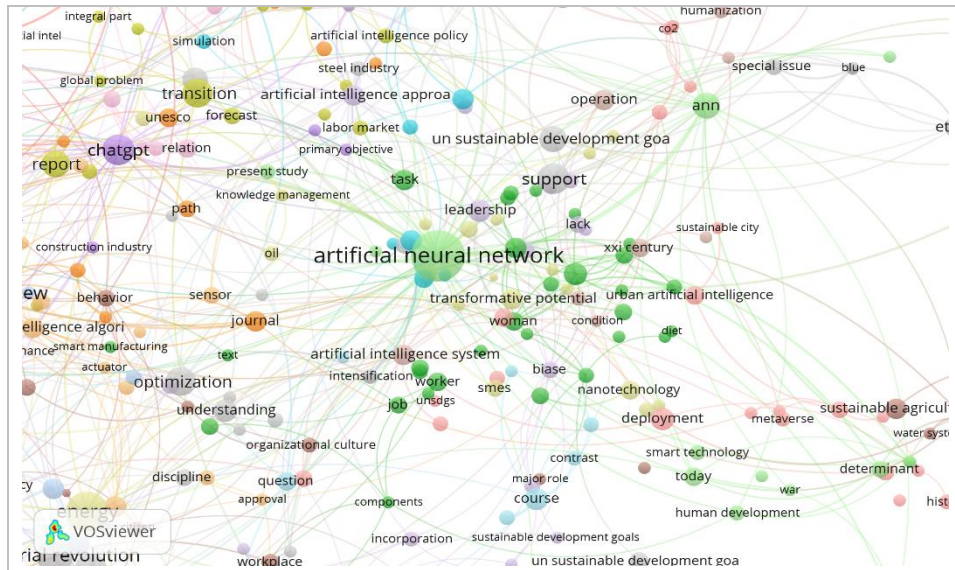
3.2. Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara kemampuan abad 21, keberlanjutan (SDGs), dan peran Artificial Intelligence (AI) sangat signifikan dalam mendukung pendidikan dan pembangunan global. Ahsan menekankan bahwa pemahaman tentang SDGs dan keterampilan abad 21 dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan mampu memecahkan masalah kompleks. Sejalan dengan itu, Apriyanti menyatakan bahwa keterampilan abad 21 bertujuan untuk mentransformasi pengetahuan, sikap, dan perilaku masyarakat dalam menghadapi berbagai krisis, termasuk krisis lingkungan hidup. Hujjatusnaini menambahkan bahwa penguasaan keterampilan abad 21 merupakan target utama dalam kurikulum pendidikan global untuk menjawab tantangan Revolusi Industri 4.0. Di sisi lain, Aji mengungkapkan data hasil penelitiannya bahwa AI berpotensi menjadi solusi efektif dalam mengatasi rendahnya keterampilan berpikir kritis melalui penyediaan pembelajaran yang interaktif, imajinatif, dan autentik. Pendapat ini diperkuat oleh Sachyani & Gal, yang menyatakan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran dapat mendukung pengembangan kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi antar siswa. Wijaya juga menegaskan bahwa meskipun AI memiliki dampak positif terhadap pembelajaran, perlu diperhatikan pula potensi ketergantungan siswa terhadap AI, sehingga keterampilan abad 21 harus tetap dikembangkan secara seimbang. Sebagaimana Alamäki menegaskan adanya hubungan saling melengkapi antara AI dan SDGs, di mana AI tidak hanya mempermudah pekerjaan dan pendidikan, tetapi juga menjadi alat penting untuk menunjang tercapainya tujuan SDGs, dengan syarat pentingnya literasi AI di kalangan masyarakat. Pandangan ini diperkuat oleh Galaz yang melihat bahwa AI penting untuk kehidupan berkelanjutan melalui peningkatan efisiensi, produktivitas, serta pengambilan keputusan dalam kondisi ketidakpastian. Bachmann memandang bahwa kontribusi signifikan terhadap SDGs dapat dicapai melalui peluncuran jaringan IT yang luas, kolaborasi lintas disiplin, serta dukungan tindakan nyata pada berbagai tingkatan, di mana AI menjadi katalis utama meski potensinya belum sepenuhnya dimanfaatkan. Singh menambahkan bahwa tren publikasi tentang penerapan AI untuk SDGs terus meningkat, menandakan relevansi AI yang makin besar dalam agenda pembangunan global.

Dalam konteks pendidikan, Benvenuti mengungkapkan bahwa AI telah diterapkan dalam berbagai aplikasi seperti chatbot, bimbingan belajar cerdas, sistem penilaian otomatis, dan sistem rekomendasi. Namun, penerapannya di bidang pendidikan masih lebih terbatas dibandingkan bidang lain seperti kedokteran dan bisnis. Pandangan ini diperkuat oleh Okagbue yang menilai bahwa AI seperti ChatGPT dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, menggantikan ketergantungan pada metode tradisional, serta merangsang stimulasi kognitif siswa. Okulich-kazarin juga menekankan bahwa AI berkontribusi pada pencapaian SDGs khususnya SDG 4 tentang pendidikan berkualitas, namun tetap diperlukan pengelolaan interaksi siswa dengan AI untuk menjaga kualitas pembelajaran. Peran AI dalam pembangunan berkelanjutan juga dibahas oleh Kurniawan, yang mengingatkan bahwa implementasi AI perlu memperhatikan pertimbangan etika dan manajemen risiko agar dapat mendorong pertumbuhan inklusif dan menciptakan tenaga kerja tangguh dalam era Industri 4.0. Pandangan serupa disampaikan oleh Arini & Nursa'ban, serta Marouli, yang menekankan bahwa teknologi, termasuk AI, menjadi fondasi utama dalam mendukung pendidikan berkelanjutan, namun penggunaannya harus dibarengi dengan perhatian terhadap prinsip-prinsip etika.

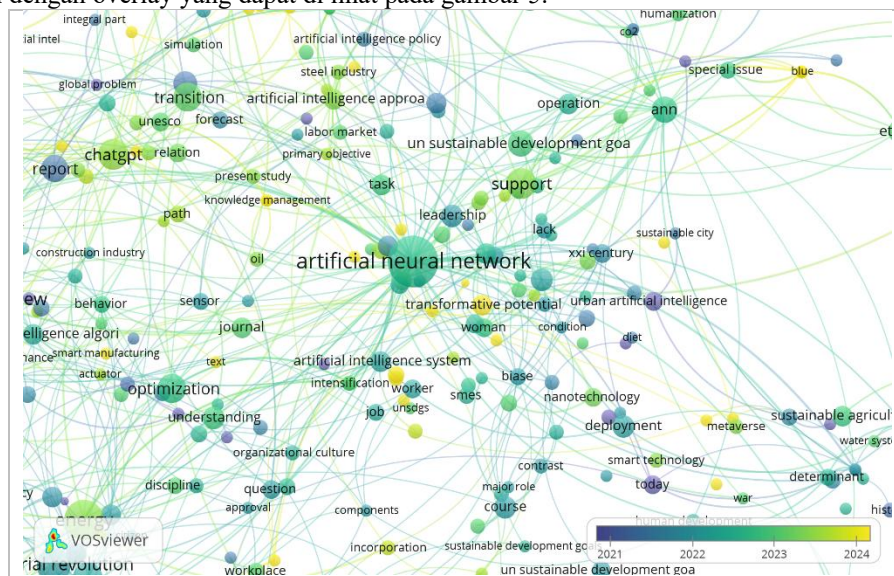
Sementara itu, Cowls dan Yeh membahas bahwa meskipun AI memberikan kontribusi positif dalam menghadapi perubahan iklim dan mendukung pembangunan berkelanjutan, tetap terdapat tantangan etis dan perlunya tata kelola yang efektif untuk menghindari risiko negatif terhadap tujuan tersebut. Sposato juga mengingatkan bahwa integrasi AI dalam pendidikan perlu menyeimbangkan inovasi teknologi dengan pelestarian nilai-nilai fundamental pendidikan dan SDGs. Dalam aspek praktis, Tabaku dan Snejana menunjukkan bahwa AI dapat meningkatkan efisiensi, mengoptimalkan penggunaan data, dan mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam berbagai sektor, termasuk politik, bisnis, dan pembangunan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan temuan Lestari, yang menyatakan bahwa tantangan abad 21 sangat terkait erat dengan pembangunan global, di mana inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi harus diarahkan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat modern. Dalam ranah pendidikan khusus, Eka Andriani mengemukakan bahwa AI membawa inovasi dalam evaluasi pembelajaran melalui otomatisasi, sementara Al Husaeni melihat AI seperti chatbot sebagai alat menarik yang dapat meningkatkan proses dan hasil pembelajaran. Rochman juga menambahkan bahwa AI dapat membantu guru dan siswa dalam memecahkan masalah dan meningkatkan hasil belajar siswa. Dan hasil penelitian Nabila dan Tareze menegaskan bahwa kolaborasi pendidikan dengan tujuan SDGs dapat meningkatkan kapasitas siswa baik dalam aspek pengetahuan maupun kesadaran sosial, sehingga berdampak langsung pada pencapaian nilai-nilai SDGs.

Untuk mengetahui hubungan antara variable penelitian dan gambaran tren perkembangan ilmu pengetahuan penelitian tentang AI, SDGs dan kemampuan abad 21, selanjutnya dilakukan evaluasi menggunakan analisis bibliometrik (Arini & Nursa'ban, 2024). Hasil analisis bibliometrik yang menyatakan hubungan anatar ketiga kata kunci AI, SDGs dan kemampuan abad 21 ditunjukkan pada gambar 4.



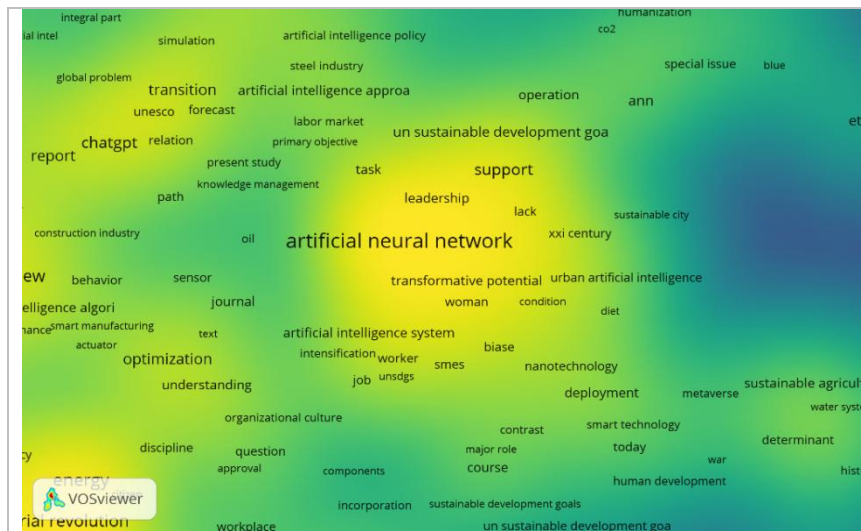
Gambar 4. Network Visualization (Visualisai pemetaan. Kata kunci AI, SDGs, dan Kemampuan abad 21)

Berdasarkan gambar 4, dapat dilihat bahwa, terdapat tiga kata kunci yang dianalisis bibliometrik yaitu AI, SDGs dan kemampuan abad 21, ketiga kata kunci tersebut mempunyai warna node yang berbeda, dimana warna node AI lebih terang daripada node SDGs dan Kemampuan abad 21, ketiga perbedaan warna node yang terlihat menunjukkan masih jarang penelitian dilakukan. Namun ketiga kata kunci tersebut masih terdapat hubungan walaupun secara tidak langsung, baik AI dan SDGs maupun AI dan kemampuan abad 21. Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa masih terdapat peluang bagi peneliti untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan pembahasan secara langsung mengenai integrasi AI untuk menunjang SDGs dan kemampuan abad 21. Penggunaan teknologi AI dapat membantu menunjang tercapainya kemampuan abad 21 seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah serta untuk mencapai tujuan SDGs (Ahsan, 2023; Aji et al., 2025). Kemudian untuk melihat keterbaruan dari integrasi AI terhadap SDGs dan kemampuan abad 21, dianalisis dengan menggunakan vosviewer dan di visualisasikan dengan overlay yang dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Overlay Visualization (Visualisasi overlay. Kata kunci AI, SDGs dan kemampuan abad 21)

Berdasarkan gambar 5 diatas, analisis bibliometrik menggunakan overlay visualization menunjukkan bahwa warna pada kata kunci artificial intelligence dan kemampuan abad 21 berwarna biru, ini menandakan AI dan kemampuan abad 21 sudah di teliti sejak tahun 2021, sedangkan AI dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) berwarna hijau dengan jarak yang jauh dan tidak berhubungan langsung dengan SDGs. Kemudian pada AI, SDGs dan kemampuan abad 21 berwarna hijau dengan jarak yang jauh pula, yang menandakan tidak adanya hubungan secara langsung dengan SDGs dan abad 21. Sehingga dalam hal ini memberikan peluang untuk dikaji secara mendalam tentang integrasi anatar ketiganya. Adapun untuk mengetahui jumlah penelitian yang paling banyak dan paling sering dilakukan ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Density Visualization (Visualilasi Kepadatan. Kata kunci AI, SDGs dan kemampuan abad 21)

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa kuatnya hubungan anatar kata kunci AI dan kemampuan abad 21 sebagai pusatnya. Hal ini menunjukkan bahwa kata kunci tersebut telah banyak di teliti. Sedangkan warna pada kata kunci SDGs memilki warna yang gelap yang menunjukkan kata kunci tersebut jarang di teliti. Sehingga hal ini dianggap perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Berdasarkan gambar 4 sampai gambar 6 memberikan informasi bahwa penelitian tentang SDGs masih perlu di kembangkan dan dilkaukan penelitian lanjutan. Hal ini akan memberikan kontribusi dalam perkembangan pengetahuan khususnya dalam menunjang kebutuhan SDGs dan kemampuan abad 21.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Tren penelitian tentang AI dengan SDGs dan Kemampuan abad 21 dari tahun 2021 sampai tahun 2025 mengalami peningkatan yang stabil dalam publikasi, walaupun pada tahun 2025 masih mengalami penurunan. Penelitian tersebut memiliki publikasi yang cukup tinggi namun, integrasi ketiganya masih jarang dan belum diteliti. Tema yang sering muncul hanya integrasi AI dengan SDGs atau integrasi AI dengan kemampuan abad 21, tidak secara langsung melakukan penelitian pada ketiganya.

5. UCAPAN TERIMA KSIH

Dengan penuh rasa syukur alhamdulillah, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu berkontribusi dalam penulisan artikel ilmiah ini, khususnya kepada Bapak Dr. Maimun Sumo, M.Pd. selaku dosen pengampu mata kuliah Publikasi Ilmiah yang telah memberikan bimbingan, wawasan dan dukungan, sehingga dalam penulisan artikel ilmiah dengan topik ini dapat di selesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan, N. (2023). Empowering Tomorrow: A Systematic Approach to STEM Education Pedagogy for Achieving Sustainable Development Goals and Students' Conceptual Understanding. *International Journal of Trends and Innovations in Business & Social Sciences*, 1(4), 146–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.48112/tibss.v1i4.676>
- Aji, D. P., Akhsan, H., & Marlina, L. (2025). Development of Augmented Reality-Based and Artificial Intelligence-Assisted E-Modules on Global Warming Materials to Improve Critical Thinking Skills of High School Learners. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(2), 702–713. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v1i12.9993>
- Al Husaeni, D. F., Haristiani, N., Wahyudin, W., & Rasim, R. (2024). Chatbot Artificial Intelligence as Educational Tools in Science and Engineering Education: A Literature Review and Bibliometric Mapping Analysis with Its Advantages and Disadvantages. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(1), 93–118. <https://doi.org/10.17509/ajse.v4i1.67429>
- Alamäki, A., Nyberg, C., Kimberley, A., & Salonen, A. O. (2024). Artificial intelligence literacy in sustainable development: A learning experiment in higher education. *Frontiers in Education*, 1–10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1343406>
- Apriyanti, E., Fatria, E., Priadi, A., & Wilti, I. R. (2025). 21st Century Environmental Education : A Strategy for

- Transforming Community Behavior in Facing the Environmental Crisis 21 st Century Environmental Education : A Strategy for Transforming Community Behavior in Facing the Environmental Crisis. *Indonesian J. Integr. Sci. Education*, 7(1), 1–39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29300/ijisedu.v7i1.4755>
- Arini, D., & Nursa'ban, M. (2024). Contribution of Artificial Intelligence (AI) in Education to Support the Achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) 2030. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(SpecialIssue), 39–45. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10ispecialissue.8321>
- Bachmann, N., Tripathi, S., Brunner, M., & Jodlbauer, H. (2022). The Contribution of Data-Driven Technologies in Achieving the Sustainable Development Goals. *MPPI*, 14(247), 1–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14052497>
- Benvenuti, M., Cangelosi, A., Weinberger, A., Mazzoni, E., Benassi, M., Barbaresi, M., & Orsoni, M. (2023). Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers in Human Behavior*, 148, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107903>
- Cathrin, S., & Wikandaru, R. (2023). The future of character education in the era of artificial intelligence. *Humanika*, 23(1), 91–100. <https://doi.org/10.21831/hum.v23i1.59741>
- Cowls, J., Tsamados, A., Taddeo, M., & Floridi, L. (2023). The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change—opportunities, challenges, and recommendations. *AI & SOCIETY*, 38(1), 283–307. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01294-x>
- Eka Andriani, A., Sri Sulistyorini, Arini Estiastuti, Siti Maryatul Kiptiyah, & Andarini Permata Chayaningtyas. (2023). Utilization Of Artificial Intelligence As Automatic Assessment To Imptove The Digital Literacy Of Elementary School Theacher. *Jurnal SOLMA*, 12(3), 1602–1610. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i3.13053>
- Galaz, V., Centeno, M. A., Callahan, P. W., Causevic, A., Patterson, T., Brass, I., Baum, S., Farber, D., Fischer, J., Garcia, D., McPhearson, T., Jimenez, D., King, B., Larcey, P., & Levy, K. (2021). Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability. *Technology in Society*, 67, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101741>
- Gupta, S., & Motlagh, M. (2020). The Digitalization Sustainability Matrix : A Participatory Research Tool for Investigating Digitainability. *MDPI*, 12, 1–27. <https://doi.org/10.3390/su12219283>
- Hujjatusnaini, N., Corebima, A. D., Prawiro, S. R., & Gofur, A. (2022). the Effect of Blended Project-Based Learning Integrated With 21St-Century Skills on Pre-Service Biology Teachers' Higher-Order Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.27148>
- Irwandani, Solviana, M. D., & Novitasari, A. (2024). Peran Teknologi Dalam Manajemen Inventarisasi Laboratorium Di SMP dan SMA: Systematic Literature Review Dengan Metode PRISMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 275–285.
- Kurniawan, A., Khuzaini, & Shaddiq, S. (2024). Application Of Artificial Intelligence In Increasing The Effectiveness Of HR Behavior In The Era Of Industry 4 . 0 Systematic Literature Review Method. *1st Al Banjari Postgraduate International Conference: Multidisciplinary Perspective on Sustainable Development 2024*, 352–361.
- Lestari, N. A. (2024). Profile of High School Student ' s Scientific Literacy to Support SDGs ' 13 (Climate Action) on the Global Warming Phenomenon. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 13(2), 291–311. <http://dx.doi.org/10.18592/tarbiyah.v13i2.13787>
- Marouli, C. (2021). Sustainability education for the future? Challenges and implications for education and pedagogy in the 21st century. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su13052901>
- Nabila, N., Tapilouw, M. C., & Sucahyo, S. (2023). Biology learning innovation in the water pollution sub material based on sustainable development goals (SDGs) using the problem-based learning. *BIO-INOVED : Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 5(3), 297. <https://doi.org/10.20527/bino.v5i3.16718>
- Okagbue, E. F., Ezeachikulo, U. P., Akintunde, T. Y., Tsakuwa, M. B., Ilokanulo, S. N., Obiasoanya, K. M., Ilodibe, C. E., & Ouattara, C. A. T. (2023). A comprehensive overview of artificial intelligence and machine learning in education pedagogy: 21 Years (2000–2021) of research indexed in the scopus database. *Social Sciences and Humanities Open*, 8(1), 100655.

<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100655>

- Okulich-kazarin, V., Artyukhov, A., Skowron, Ł., Artyukhova, N., & Wołowicz, T. (2024). Will AI Become a Threat to Higher Education Sustainability? A Study of Students' Views. *MDPI*, 16(4596), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su16114596>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2022). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 46, 1–11. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112>
- Purnell, P. J. (2022). *RESEARCH ARTICLE A comparison of different methods of identifying publications related to the United Nations Sustainable Development Goals : Case study of SDG 13 — Climate Action*. 3(4), 976–1002. https://doi.org/10.1162/qss_a_00215
- Rochman, S., Rustaman, N., Ramalis, T. R., Amri, K., & Zukmadini, A. Y. (2024). How Bibliometric Analysis Using VOSviewer Based on Artificial Intelligence Data (using ResearchRabbit Data): Explore Research Trends in Hydrology Content. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(2), 251–294. <https://doi.org/10.175509/ajse.v4i2.71567>
- Sachyani, D., & Gal, A. (2025). Artificial Intelligence Tools in Environmental Education: Facilitating Creative Learning about Complex Interaction in Nature. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 395–413. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.395>
- Singh, A., Kanaujia, A., Singh, V. K., & Vinuesa, R. (2023). Artificial intelligence for Sustainable Development Goals : Bibliometric Artificial intelligence for Sustainable Development Goals : Bibliometric patterns and concept evolution trajectories. *WILEY*, 1–31. <https://doi.org/10.1002/sd.2706>
- Snejana, D. (2022). Applying Artificial Intelligence (AI) for Mitigation Climate Change Consequences of the Natural Disasters. *Research Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 2(4), 211–218. <https://doi.org/10.31586/rjees.2022.343>
- Sposato, M. (2025). A call for caution and evidence – based research on the impact of artificial intelligence in education. *Quality Education for All*, 2(1), 158–170. <https://doi.org/10.1108/QEA-09-2024-0087>
- Tabaku, E., Vyshka, E., Kapciu, R., Shehi, A., & Smajli, E. (2025). Utilizing Artificial Intelligence in Energy Management Systems To Improve Carbon Emission Reduction and Sustainability. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 9(1), 393–405. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v9i1.38665>
- Tareze, M., Indri Astuti, & Afandi. (2022). Model Pembelajaran Kolaborasi Sdgs Dalam Pendidikan Formal Sebagai Pengenalan Isu Global Untuk Meningkatkan Kesadaran Sosial Peserta Didik. *Visipena*, 13(1), 42–53. <https://doi.org/10.46244/visipena.v13i1.1978>
- Warastuti, W., Prayitno, H. J., & Rahmawati, L. E. (2025). Penerapan Literasi Digital dalam Membangun Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(2), 350–365. <https://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/cetta>
- Wijaya, T. T., Yu, Q., Cao, Y., He, Y., & Leung, F. K. S. (2024). *behavioral sciences Latent Profile Analysis of AI Literacy and Trust in Mathematics Teachers and Their Relations with AI Dependency and 21st-Century Skills*. <https://doi.org/10.3390/bs14111008>
- Yeh, S., Wu, A., Yu, H., Wu, H. C., Kuo, Y., & Chen, P. (2021). *Public Perception of Artificial Intelligence and Its Connections to the Sustainable Development Goals*. <https://doi.org/10.3390/su13169165>