

Peran GeoAI dalam Meningkatkan Literasi Geospasial Peserta Didik pada Pembelajaran Geografi: Kajian Literatur Sistematis

Nurrauhil Aulia¹, Nurin Rochayati², Arif³, Siti Hartati Jaenab⁴

¹²³⁴Geography Education, Muhammadiyah University of Mataram, nurrauhilaulia@gmail.com,
nurinrochayati@gmail.com, arifmpd123@gmail.com, siti.hartati.jaenab2005@gmail.com

Keywords:

Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI), Geospatial Literacy, geography Education, Artificial Intelligence, Systematic Literature Review.

Abstract: *The advancement of Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) has accelerated the transformation of geography education by integrating artificial intelligence with geospatial technologies. This study aims to examine the evolution of GeoAI research, explore its contribution to enhancing students' geospatial literacy, and identify the challenges and future directions of its application in geography learning. The research employed a Systematic Literature Review (SLR) following the PRISMA 2020 guidelines. Relevant publications from 2016 to 2026 were collected from Scopus, DOAJ, Google Scholar, SciSpace, and Elicit. Eligible studies were systematically analyzed through data reduction, thematic categorization, and qualitative synthesis. The findings highlight three key aspects. First, GeoAI research has grown considerably, reflecting a transition from technology-centered innovation toward pedagogical applications in geography education. Second, the integration of GeoAI enhances students' geospatial literacy by fostering spatial thinking, geographical reasoning, spatial data interpretation, problem-solving, and evidence-based decision-making, thereby facilitating more interactive, contextualized, and learner-centered educational experiences. Third, despite its promising potential, the implementation of GeoAI remains constrained by challenges related to digital infrastructure, teachers' technological competencies, curriculum readiness, disparities in technology access, and ethical issues surrounding artificial intelligence. The study concludes that GeoAI offers substantial opportunities to improve geography education and strengthen geospatial literacy. Maximizing these benefits requires the alignment of technological innovation with pedagogical practices, continuous professional development for educators, and supportive educational policies to ensure effective, inclusive, and sustainable implementation.*

Kata Kunci:

Kecerdasan Buatan Geospasial (GeoAI), Literasi Geospasial, Pendidikan Geografi, Kecerdasan Buatan, Tinjauan Pustaka Sistematis.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan kajian *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI), mengidentifikasi kontribusinya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik, serta mengkaji tantangan dan arah pengembangan implementasinya dalam pembelajaran geografi. Penelitian menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengacu pada pedoman PRISMA 2020. Sumber data diperoleh melalui penelusuran artikel ilmiah pada basis data Scopus, DOAJ, Google Scholar, SciSpace, dan Elicit dengan rentang publikasi tahun 2016-2026. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis melalui tahapan reduksi data, pengelompokan tematik, dan sintesis literatur. Hasil kajian mengungkapkan tiga temuan utama. (1) Penelitian mengenai GeoAI menunjukkan perkembangan yang semakin pesat dengan kecenderungan pergeseran fokus dari pengembangan teknologi menuju pemanfaatannya dalam proses pembelajaran geografi. (2) Integrasi GeoAI memberikan kontribusi terhadap penguatan literasi geospasial melalui peningkatan kemampuan berpikir spasial, penalaran geografis, analisis fenomena keruangan, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berbasis data geospasial, sehingga mendorong

terwujudnya pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada peserta didik. (3) Implementasi GeoAI masih menghadapi berbagai tantangan, meliputi keterbatasan infrastruktur digital, kompetensi pendidik, kesiapan kurikulum, kesenjangan akses teknologi, serta isu etika dan tata kelola pemanfaatan kecerdasan buatan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa GeoAI memiliki potensi yang signifikan dalam mendukung transformasi pembelajaran geografi dan pengembangan literasi geospasial peserta didik. Optimalisasi implementasinya memerlukan sinergi antara inovasi teknologi, strategi pedagogis, peningkatan kapasitas pendidik, serta dukungan kebijakan pendidikan agar penerapannya berlangsung secara efektif, inklusif, dan berkelanjutan.

Article History:

Received: 01-07-2026

Online : 30-08-2026



This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license



----- ◆ -----

A. LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi digital dan perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah mendorong terjadinya transformasi mendasar dalam sistem pendidikan modern (Ridlo, 2025). Perubahan tersebut sejalan dengan paradigma Pendidikan 4.0 dan Pendidikan 5.0 yang menekankan pentingnya integrasi teknologi penguatan kompetensi abad ke-21, serta pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam proses pembelajaran. Dalam era yang ditandai oleh melimpahnya data dan informasi peserta didik dituntut untuk mampu mengakses, mengelola, menganalisis, dan memanfaatkan berbagai sumber informasi secara kritis dan bertanggung jawab (Rafizah et al., 2026). Kondisi ini turut memengaruhi pendidikan geografi yang berfokus pada kajian fenomena keruangan, kewilayahan, dan interaksi manusia dengan lingkungan. Dinamika isu-isu geografis kontemporer seperti perubahan iklim, pertumbuhan kawasan perkotaan, degradasi lingkungan, dan risiko kebencanaan, memerlukan pendekatan pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep teoritis dengan realitas spasial yang kompleks. Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran geografi menjadi semakin penting untuk mendukung proses eksplorasi, visualisasi, dan analisis informasi geospasial secara lebih efektif (Khoirunnisa et al., 2025). Integrasi teknologi tersebut tidak hanya berfungsi sebagai sarana pendukung pembelajaran tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam membekali peserta didik dengan kemampuan memahami, menafsirkan, dan mengambil keputusan berdasarkan informasi keruangan yang relevan dengan tantangan global abad ke-21.

Dalam konteks pendidikan geografi, literasi geospasial dipandang sebagai kemampuan esensial yang memungkinkan peserta didik memahami, menafsirkan, dan memanfaatkan informasi keruangan secara efektif untuk menjelaskan berbagai fenomena geografis (Hasanah et al., 2025). Kemampuan ini mencakup penguasaan terhadap representasi spasial seperti peta, citra penginderaan jauh, grafik, dan berbagai bentuk data geospasial lainnya yang digunakan untuk mengidentifikasi pola hubungan serta dinamika yang terjadi antar ruang. Literasi geospasial tidak terbatas pada aspek teknis dalam membaca informasi spasial tetapi juga melibatkan kemampuan berpikir spasial yang memungkinkan peserta didik menganalisis keterkaitan lokasi, memahami karakteristik wilayah, serta mengevaluasi dampak suatu fenomena terhadap lingkungan dan kehidupan manusia (Asriyaningsih & Sriyanto, 2026).

Penguasaan kompetensi ini menjadi semakin penting seiring meningkatnya kompleksitas permasalahan global dan regional yang memerlukan pemahaman berbasis ruang seperti perubahan iklim, urbanisasi, kerusakan lingkungan, dan risiko kebencanaan. Melalui literasi geospasial yang baik, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan untuk menginterpretasikan data secara kritis, menyusun argumen berdasarkan bukti spasial, serta merumuskan keputusan yang lebih tepat dalam merespons berbagai isu kewilayahan (Silviariza et al., 2020). Penguatan literasi geospasial menjadi salah satu fokus utama pendidikan geografi dalam upaya membentuk generasi yang mampu berpikir analitis, kontekstual, dan adaptif terhadap berbagai tantangan pembangunan berkelanjutan.

Meskipun literasi geospasial semakin diakui sebagai kompetensi penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21, implementasinya dalam pendidikan geografi masih menghadapi berbagai hambatan di berbagai jenjang pendidikan (Bearman et al., 2016). Salah satu permasalahan yang kerap dijumpai adalah belum optimalnya pengembangan kemampuan berpikir spasial dalam proses pembelajaran yang masih cenderung menitikberatkan pada penguasaan materi secara konseptual dibandingkan pemahaman mendalam terhadap hubungan, pola, dan proses keruangan. Akibatnya, peserta didik sering mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan data spasial, menghubungkan fenomena geografis dengan konteks wilayah tertentu, serta menerapkan pengetahuan yang dimiliki untuk menganalisis permasalahan nyata (Alifia, 2026). Pemanfaatan teknologi geospasial sebagai sarana pembelajaran juga belum berlangsung secara merata karena dipengaruhi oleh keterbatasan fasilitas pendukung, akses terhadap sumber data geospasial, serta kapasitas pendidik dalam mengintegrasikan teknologi digital ke dalam kegiatan pembelajaran (Musyawarah et al., 2025). Tantangan tersebut semakin kompleks ketika perkembangan teknologi menghasilkan data geospasial dalam jumlah besar yang memerlukan kemampuan analisis yang lebih tinggi (Afsari et al., 2026). Kondisi ini menunjukkan bahwa penguatan literasi geospasial tidak hanya membutuhkan dukungan sarana dan teknologi tetapi juga memerlukan inovasi pedagogis yang mampu memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir spasial, analisis berbasis lokasi, dan pengambilan keputusan yang didasarkan pada bukti geospasial secara efektif.

GeoAI (*Geospatial Artificial Intelligence*) merupakan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), sistem informasi geografis (*Geographic Information Systems*), penginderaan jauh (*Remote Sensing*), teknologi big data, dan analisis spasial untuk meningkatkan kemampuan dalam mengolah, menganalisis, serta menginterpretasikan informasi geospasial secara lebih efisien dan akurat (Sudirman et al., 2025). Melalui pemanfaatan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) dan pembelajaran mendalam (*deep learning*) seperti *Random Forest*, *Support Vector Machine* (SVM), *Convolutional Neural Network* (CNN), dan *Recurrent Neural Network* (RNN), GeoAI mampu mengidentifikasi pola, memprediksi perubahan, dan menghasilkan informasi spasial yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data (Liwana & Latue, 2024). Kemampuan tersebut didukung oleh ketersediaan beragam sumber data geospasial baik berupa data vektor maupun raster yang diperoleh dari satelit, wahana nirawak (*drone*), maupun sensor lainnya, serta didukung oleh infrastruktur komputasi awan dan platform analisis geospasial seperti *Google Earth Engine* yang memungkinkan pemrosesan data dalam skala besar secara cepat (Saputro et al., 2025). Perkembangan GeoAI telah mendorong berbagai inovasi di berbagai bidang, termasuk pemantauan lingkungan, perencanaan wilayah, pengelolaan perkotaan, mitigasi bencana, serta upaya mendukung pembangunan berkelanjutan melalui analisis perubahan iklim, degradasi lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, dan dinamika penggunaan lahan (Alfarizi, 2025).

Implementasi GeoAI masih dihadapkan pada sejumlah tantangan antara lain isu privasi dan keamanan data, potensi bias algoritma, kualitas data geospasial yang beragam, serta kebutuhan akan kolaborasi lintas disiplin dalam mengembangkan teknologi yang lebih transparan, inklusif, dan mudah diakses oleh berbagai kalangan (Muthohir, 2025). Pengembangan GeoAI tidak hanya memerlukan kemajuan teknologi tetapi juga kerangka tata kelola yang etis agar pemanfaatannya mampu memberikan manfaat optimal bagi penyelesaian berbagai persoalan geospasial dan mendukung transformasi pendidikan maupun pembangunan berkelanjutan.

GeoAI (*Geospatial Artificial Intelligence*) memiliki potensi besar dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik melalui integrasi kecerdasan buatan dengan data dan analisis spasial yang menciptakan pembelajaran lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik (Ramadhani et al., 2025). Pemanfaatan teknologi seperti *generative artificial intelligence* dan *augmented reality* (AR) memungkinkan visualisasi serta simulasi fenomena geografis secara lebih nyata sehingga mendorong peningkatan kemampuan berpikir spasial, penalaran kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis informasi geospasial (Najamuddin et al., 2025). Integrasi GeoAI dalam pembelajaran geografi mendukung penyajian materi yang lebih relevan dengan kondisi lingkungan dan permasalahan lokal sehingga mampu memperkuat keterkaitan antara konsep geografis dan realitas di lapangan. Implementasi GeoAI masih menghadapi berbagai tantangan seperti kesenjangan akses teknologi, keterbatasan infrastruktur, dan kompetensi pendidik dalam memanfaatkan teknologi berbasis kecerdasan buatan (Tinambunan et al., 2026). Diperlukan penguatan kapasitas guru serta dukungan sarana dan kebijakan yang memadai agar potensi GeoAI dapat dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan literasi geospasial peserta didik (Priyana & Somantri, 2026).

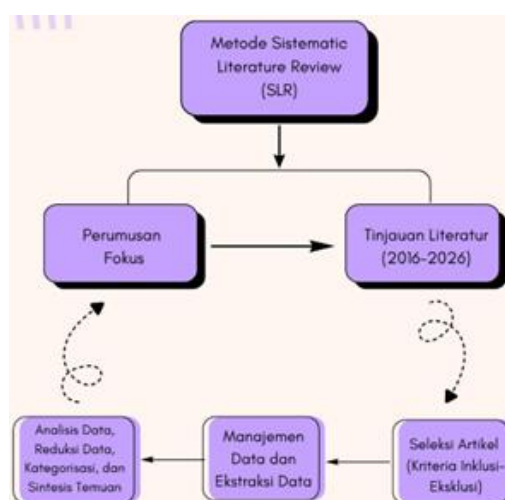
Perkembangan penelitian mengenai *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) menunjukkan tren yang semakin pesat dengan cakupan penerapan yang luas mulai dari penguatan infrastruktur data spasial, kajian geografi manusia, hingga bidang pendidikan (Darmawan et al., 2024). Berbagai studi melaporkan bahwa GeoAI mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan dan analisis data geospasial melalui otomatisasi, pemrosesan data berskala besar, serta analisis spasial yang lebih akurat (Fahrudin et al., 2025). Di bidang geografi manusia GeoAI dimanfaatkan untuk mengkaji dinamika sosial, ekonomi, budaya, dan perkotaan melalui pemodelan hubungan keruangan yang kompleks (Sumanti et al., 2026). Dalam konteks pendidikan, GeoAI menawarkan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis data nyata sehingga berpotensi mengembangkan kemampuan berpikir spasial dan literasi geospasial peserta didik (Putra et al., 2025). Sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek teknis dan pengembangan aplikasi GeoAI, sedangkan kajian yang secara khusus mensintesis kontribusinya terhadap peningkatan literasi geospasial dalam pembelajaran geografi masih relatif terbatas (Rombe, 2024). Implementasi GeoAI dalam pendidikan juga menghadapi berbagai tantangan seperti kesiapan infrastruktur, strategi integrasi pembelajaran, dan kompetensi pendidik (Syaifulloh, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang membuka peluang bagi kajian literatur sistematis untuk mengidentifikasi tren penelitian, bentuk implementasi, kontribusi, serta tantangan pemanfaatan GeoAI dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik (Shaheda et al., 2025).

Berbagai penelitian telah membahas pemanfaatan *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) telah berkembang dalam berbagai bidang meliputi sistem informasi geografis, penginderaan jauh, analisis spasial, pemantauan lingkungan, perencanaan wilayah, serta pengembangan media pembelajaran. Namun penelitian yang ada umumnya masih berorientasi pada pengembangan teknologi dan evaluasi efektivitas implementasinya sementara sintesis mengenai peran GeoAI

dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik pada pembelajaran geografi masih terbatas. Kondisi tersebut mengakibatkan belum tersusunnya gambaran yang menyeluruh mengenai perkembangan riset, karakteristik implementasi, kontribusi, serta tantangan dan peluang pemanfaatan GeoAI dalam pendidikan geografi. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengintegrasikan dan mensintesis temuan-temuan penelitian terdahulu. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tren perkembangan riset GeoAI, mengkaji karakteristik implementasinya dalam pembelajaran geografi, menganalisis kontribusinya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik, serta merumuskan tantangan, peluang, dan arah penelitian selanjutnya sebagai landasan pengembangan pembelajaran geografi berbasis kecerdasan buatan.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk memperoleh sintesis ilmiah yang komprehensif mengenai peran *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik pada pembelajaran geografi. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengintegrasikan temuan-temuan penelitian terdahulu secara sistematis, objektif, dan transparan sehingga menghasilkan bukti ilmiah yang lebih kuat dibandingkan tinjauan pustaka naratif. Proses penelitian mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) yang meliputi tahapan identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penetapan artikel yang memenuhi kriteria analisis. Sejalan dengan tujuan penelitian, kajian ini diarahkan untuk memetakan perkembangan penelitian, mengidentifikasi bentuk implementasi GeoAI dalam pembelajaran geografi, mensintesis kontribusinya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik, serta menganalisis tantangan dan peluang penerapannya. Sumber data diperoleh dari basis data ilmiah yang bereputasi, yaitu Google Scholar, Scopus, DOAJ (*Directory of Open Access Journals*), SciSpace, dan Elicit, dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang disusun berdasarkan fokus penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian *Systematic Literature Review* (SLR)

Gambar 1 menyajikan tahapan penelitian yang menerapkan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) sebagai metode untuk menghimpun, mengevaluasi, dan mensintesis bukti ilmiah secara sistematis. Proses penelitian diawali dengan perumusan fokus penelitian

yang menjadi landasan dalam menentukan ruang lingkup kajian, tujuan penelitian, serta strategi penelusuran literatur. Selanjutnya, dilakukan pencarian artikel ilmiah yang dipublikasikan pada periode 2016-2026 melalui berbagai basis data bereputasi dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang relevan dengan topik penelitian. Artikel yang berhasil diidentifikasi kemudian melalui proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan bahwa hanya publikasi yang memiliki relevansi, kualitas, dan kesesuaian dengan fokus penelitian yang dilibatkan dalam tahap analisis.

Tahap berikutnya mencakup manajemen data dan ekstraksi informasi dari setiap artikel yang telah memenuhi kriteria seleksi. Informasi yang dikumpulkan meliputi karakteristik publikasi, pendekatan penelitian, bentuk implementasi GeoAI, serta temuan-temuan utama yang berkaitan dengan pengembangan literasi geospasial dalam pembelajaran geografi. Data tersebut selanjutnya dianalisis melalui proses reduksi, pengelompokan berdasarkan tema, dan sintesis temuan guna mengidentifikasi pola penelitian perkembangan implementasi GeoAI, kontribusinya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik, serta tantangan dan peluang penerapannya. Seluruh tahapan dilaksanakan secara berurutan dan saling terintegrasi sehingga menghasilkan sintesis literatur yang komprehensif, objektif, dan memiliki tingkat kredibilitas yang tinggi sebagai dasar dalam menjawab tujuan penelitian.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sintesis penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) semakin memperoleh perhatian sebagai inovasi dalam pembelajaran geografi yang berpotensi mendukung pengembangan literasi geospasial peserta didik. Untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif, penelitian-penelitian tersebut dikelompokkan berdasarkan kesamaan fokus kajian (*thematic synthesis*) ke dalam tiga subpokok pembahasan, yaitu (1) tren perkembangan penelitian GeoAI dalam pembelajaran geografi, (2) peran GeoAI dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik, dan (3) tantangan serta arah pengembangan implementasi GeoAI dalam pembelajaran geografi. Pengelompokan ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi kecenderungan penelitian, kontribusi utama, dan ruang lingkup kajian yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintesis Tematik Penelitian GeoAI dalam Pembelajaran Geografi Berdasarkan Fokus Kajian, Penulis, dan Variabel Penelitian

No.	Bidang atau Fokus Penelitian	Nama-nama Penulis yang Se-Bidang	Insight atau Variabel Riset
1	Perkembangan dan Tren Penelitian GeoAI dalam Pembelajaran Geografi	(Tue & Lukum, 2025); ((Wijayanto et al., 2020); ((Faunia, 2025); (Rahmawati & Subhani, 2026)	Perkembangan publikasi GeoAI; integrasi AI dengan teknologi geospasial; <i>deep learning</i> ; <i>generative AI</i> ; visualisasi spasial; transformasi pembelajaran geografi; inovasi pembelajaran berbasis teknologi; arah perkembangan riset GeoAI.
2	Peran GeoAI dalam Meningkatkan Literasi Geospasial Peserta Didik	(Nugraha et al., 2024); (Hasan et al., 2025); (Nelsya et al., 2025); (Podu & Lukum, 2025).	Literasi geospasial; berpikir spasial (<i>spatial thinking</i>); berpikir kritis; pemecahan masalah; visualisasi data geospasial; pembelajaran kontekstual; pembelajaran interaktif; analisis spasial; keterlibatan peserta didik (<i>student engagement</i>); pengambilan keputusan berbasis data spasial.
3	Tantangan dan Arah	(Şanlı, 2025);	Kesiapan infrastruktur digital;

Pengembangan Implementasi GeoAI dalam Pembelajaran Geografi	(Sugiharto et al., 2025); (Maslichah & Hilalludin, 2026); (Yusuf et al., 2025)	kompetensi guru; pengembangan kurikulum; integrasi AI dalam pendidikan; kesenjangan digital; etika AI; keamanan data; akses teknologi; kebijakan pendidikan; strategi implementasi GeoAI; keberlanjutan pembelajaran berbasis GeoAI.
---	--	--

Tabel 1 menjelaskan bahwa penelitian mengenai *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam pembelajaran geografi membentuk tiga ranah kajian yang merepresentasikan arah perkembangan penelitian secara bertahap dan saling melengkapi. Ranah pertama mengkaji dinamika perkembangan penelitian GeoAI yang ditandai oleh semakin luasnya pemanfaatan kecerdasan buatan dalam teknologi geospasial sebagai bagian dari transformasi digital di bidang geografi. Ranah kedua menyoroti kontribusi GeoAI terhadap penguatan literasi geospasial peserta didik melalui pengembangan kemampuan berpikir spasial, penalaran geografis, analisis informasi keruangan, serta penyelesaian permasalahan berbasis data geospasial. Adapun ranah ketiga memfokuskan perhatian pada berbagai aspek yang menentukan keberhasilan implementasi GeoAI, meliputi kesiapan infrastruktur, kompetensi pendidik, pengembangan kurikulum, serta dukungan kebijakan dan penerapan prinsip etika dalam pemanfaatan kecerdasan buatan. Secara keseluruhan, ketiga ranah tersebut memperlihatkan bahwa fokus penelitian GeoAI telah bergeser dari dominasi inovasi teknologi menuju pendekatan yang lebih integratif dengan mengakomodasi dimensi pedagogis, penguatan kompetensi peserta didik, dan kesiapan ekosistem pendidikan. Temuan ini menegaskan bahwa pengembangan GeoAI pada masa mendatang perlu diarahkan pada model implementasi yang mampu mengintegrasikan kemajuan teknologi dengan kebutuhan pembelajaran geografi, sehingga dapat memberikan kontribusi yang lebih optimal terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik secara berkelanjutan.

1. Tren Perkembangan Penelitian GeoAI dalam Pembelajaran Geografi

Peningkatan penelitian mengenai *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam pembelajaran geografi menunjukkan bahwa teknologi ini semakin diakui sebagai inovasi yang mampu memperbarui pendekatan pembelajaran geografi. Menurut Tue & Lukum (2025) pemanfaatan GeoAI mendorong pergeseran dari pembelajaran yang berorientasi pada penyampaian informasi menuju proses belajar yang menekankan eksplorasi, visualisasi, dan analisis fenomena keruangan berbasis data geospasial. Wijayanto et al. (2020) menjelaskan perubahan tersebut selaras dengan tuntutan pengembangan kompetensi abad ke-21, terutama kemampuan berpikir spasial, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan yang didasarkan pada analisis data. GeoAI tidak hanya berfungsi sebagai perangkat pendukung pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik.

Penelitian mengenai pemanfaatan GeoAI dalam pembelajaran geografi terus mengalami perkembangan, hasil sintesis menunjukkan bahwa kajian yang ada masih didominasi oleh aspek pengembangan teknologi dan implementasi aplikasi (Faunia, 2025). Penelitian yang secara khusus mengkaji kontribusi GeoAI terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik masih relatif terbatas (Rahmawati & Subhani, 2026). Efektivitas penerapan GeoAI dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketersediaan infrastruktur digital, kompetensi pendidik, kesiapan kurikulum, serta isu etika yang berkaitan dengan keamanan data dan penggunaan kecerdasan buatan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pemanfaatan GeoAI dalam pembelajaran geografi belum didukung oleh ekosistem pendidikan yang sepenuhnya siap sehingga diperlukan penguatan pada aspek pedagogis, sumber daya

manusia, dan kebijakan implementasi agar potensi teknologi ini dapat dimanfaatkan secara optimal.

Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) memiliki peran strategis dalam mendukung transformasi pembelajaran geografi melalui pemanfaatan teknologi yang mampu menghadirkan proses belajar secara lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis analisis data geospasial. Integrasi GeoAI tidak hanya memperkaya pengalaman belajar peserta didik tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan berpikir spasial, berpikir kritis, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan yang merupakan komponen utama literasi geospasial. Implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan terutama terkait kesiapan infrastruktur, kompetensi pendidik, pengembangan kurikulum, serta terbatasnya penelitian yang mengkaji efektivitas penerapan GeoAI dari perspektif pedagogis. Pengembangan GeoAI pada masa mendatang perlu diarahkan pada penguatan integrasi antara inovasi teknologi dan strategi pembelajaran disertai dukungan kebijakan serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia sehingga pemanfaatannya dapat berlangsung secara optimal, inklusif, dan berkelanjutan dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik.

2. Peran GeoAI dalam Meningkatkan Literasi Geospasial Peserta Didik

GeoAI telah berkembang dari sekadar perangkat pendukung pembelajaran menjadi pendekatan inovatif yang mampu memperkuat pengembangan literasi geospasial peserta didik. Nugraha et al. (2024) berpendapat bahwa integrasi kecerdasan buatan dengan teknologi geospasial memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara lebih kontekstual melalui eksplorasi, visualisasi, dan analisis fenomena keruangan berbasis data. Kondisi tersebut mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan mengenali pola spasial, memahami keterkaitan antar fenomena geografis, serta merumuskan solusi terhadap berbagai permasalahan keruangan berdasarkan informasi yang valid (Hasan et al., 2025). Pemanfaatan GeoAI tidak hanya memperdalam penguasaan konsep geografi tetapi juga berkontribusi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, penalaran spasial, dan pengambilan keputusan yang menjadi kompetensi esensial dalam pembelajaran geografi abad ke-21.

Walaupun berbagai penelitian menunjukkan bahwa GeoAI memberikan kontribusi positif terhadap penguatan literasi geospasial, hasil sintesis memperlihatkan bahwa implementasinya masih menghadapi sejumlah kendala. Sebagian besar kajian lebih menitikberatkan pada pengembangan teknologi dan inovasi aplikasi, sementara penelitian yang menguji efektivitas GeoAI terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik secara menyeluruh masih terbatas. Di samping itu menurut Nelsya et al. (2025) keberhasilan penerapannya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketersediaan infrastruktur digital, kompetensi pendidik dalam memanfaatkan teknologi berbasis kecerdasan buatan, kesiapan kurikulum, serta perhatian terhadap aspek etika, keamanan data, dan pemerataan akses teknologi. Optimalisasi pemanfaatan GeoAI dalam pembelajaran geografi memerlukan dukungan ekosistem pendidikan yang memadai agar potensi teknologi ini dapat diimplementasikan secara efektif, bertanggung jawab, dan berkelanjutan (Podu & Lukum, 2025).

Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) menunjukkan peran yang semakin strategis dalam mendukung pengembangan literasi geospasial peserta didik melalui pembelajaran geografi yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis analisis data spasial. Integrasi

GeoAI tidak hanya memperkuat penguasaan konsep geografis tetapi juga memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir spasial, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan yang menjadi kompetensi utama pada abad ke-21. Efektivitas implementasinya masih dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kesiapan infrastruktur digital, kompetensi pendidik, dukungan kurikulum, serta masih terbatasnya kajian empiris yang mengevaluasi dampak GeoAI terhadap peningkatan literasi geospasial secara komprehensif. Pengembangan dan penerapan GeoAI perlu diarahkan pada penguatan sinergi antara inovasi teknologi, strategi pedagogis, dan kebijakan pendidikan agar pemanfaatannya mampu memberikan kontribusi yang optimal, berkelanjutan, dan relevan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran geografi.

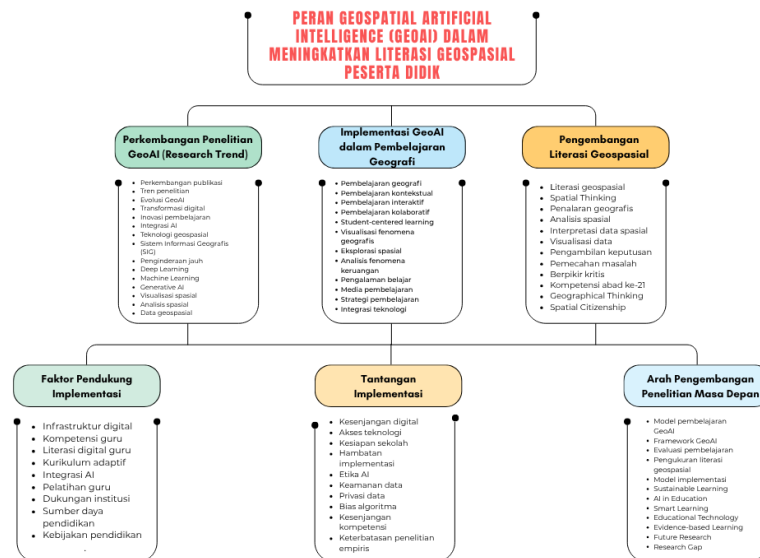
3. Tantangan dan Arah Pengembangan GeoAI dalam Pembelajaran Geografi

Efektivitas implementasi *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam pembelajaran geografi tidak semata-mata bergantung pada kemajuan teknologi tetapi juga dipengaruhi oleh kesiapan sistem pendidikan dalam mengintegrasikan inovasi tersebut ke dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penemuan Şanlı (2025) penerapan GeoAI memerlukan dukungan infrastruktur digital yang memadai, peningkatan kapasitas pendidik, serta pengembangan kurikulum yang selaras dengan pemanfaatan kecerdasan buatan dan teknologi geospasial. Apabila berbagai komponen tersebut dapat dipenuhi GeoAI berpotensi mewujudkan pembelajaran yang lebih kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada penyelesaian masalah nyata, sehingga mampu memperkuat kemampuan berpikir spasial sekaligus meningkatkan literasi geospasial peserta didik. Pengembangan GeoAI perlu diarahkan pada sinergi antara inovasi teknologi dan pendekatan pedagogis agar implementasinya memberikan dampak yang optimal terhadap kualitas pembelajaran geografi (Sugiharto et al., 2025).

Meskipun hasil penelitian memperlihatkan prospek yang positif, implementasi GeoAI dalam pembelajaran geografi masih dihadapkan pada berbagai kendala yang mencakup aspek teknologi maupun pedagogi. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengembangan aplikasi dan kemampuan teknis GeoAI, sementara kajian yang membahas model implementasi, kesiapan pendidik, serta pengaruhnya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik belum banyak dilakukan. Maslichah & Hilalludin (2026) mengemukakan bahwa kesenjangan akses teknologi, keterbatasan sarana pendukung, dan potensi ketergantungan terhadap sistem berbasis kecerdasan buatan menjadi tantangan yang perlu diantisipasi agar tidak mengurangi pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Optimalisasi pemanfaatan GeoAI memerlukan dukungan kebijakan pendidikan, penguatan kompetensi guru, penyediaan infrastruktur yang memadai, serta pengembangan strategi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif, inklusif, dan berkelanjutan (Yusuf et al., 2025).

Implementasi *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam pembelajaran geografi memiliki prospek yang kuat untuk meningkatkan literasi geospasial peserta didik melalui pembelajaran yang lebih kontekstual, kolaboratif, dan berbasis analisis data spasial. Optimalisasi pemanfaatannya tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, melainkan juga pada kesiapan ekosistem pendidikan yang mencakup ketersediaan infrastruktur digital, kompetensi pendidik, kurikulum yang adaptif, serta dukungan kebijakan yang memadai. Hasil kajian menunjukkan bahwa penelitian yang ada masih didominasi oleh pengembangan aspek teknis GeoAI, sedangkan kajian mengenai model implementasi dan efektivitasnya dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik

masih relatif terbatas. Pengembangan GeoAI pada masa mendatang perlu diarahkan pada integrasi yang lebih kuat antara inovasi teknologi dan pendekatan pedagogis agar pemanfaatannya tidak hanya menghasilkan kemajuan teknis, tetapi juga memberikan dampak yang nyata, inklusif, dan berkelanjutan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran geografi.



Gambar 2. Peta Konseptual Perkembangan Variabel Riset GeoAI dalam Pembelajaran Geografi

Gambar 2 merepresentasikan kerangka konseptual mengenai peran *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) dalam meningkatkan literasi geospasial peserta didik pada pembelajaran geografi. Kerangka ini mencakup tiga fokus utama yakni perkembangan penelitian GeoAI yang meliputi tren publikasi, integrasi kecerdasan buatan dengan teknologi geospasial seperti SIG, penginderaan jauh, *deep learning*, serta visualisasi data spasial; implementasi GeoAI dalam pembelajaran yang menekankan pendekatan kontekstual, interaktif, kolaboratif, eksplorasi, dan analisis fenomena keruangan; serta pengembangan literasi geospasial yang mencakup kemampuan spatial thinking, analisis spasial, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan kompetensi abad ke-21.

Kerangka tersebut juga mengidentifikasi faktor pendukung implementasi, seperti ketersediaan infrastruktur digital, kompetensi pendidik, literasi digital guru, kebijakan pendidikan, serta dukungan kelembagaan. Tantangan utama yang dihadapi meliputi kesenjangan akses teknologi, isu etika dan keamanan data, keterbatasan kompetensi, serta hambatan implementasi. Bagian akhir menunjukkan arah pengembangan penelitian masa depan yang berfokus pada pengembangan model pembelajaran GeoAI, evaluasi literasi geospasial, integrasi AI dalam pendidikan, serta penguatan penelitian berkelanjutan guna mendukung inovasi pembelajaran geografi yang adaptif dan berkelanjutan.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) telah berkembang menjadi salah satu inovasi penting dalam pembelajaran geografi yang berkontribusi terhadap penguatan literasi geospasial peserta didik. Integrasi kecerdasan buatan

dengan teknologi geospasial memungkinkan terciptanya proses pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan berorientasi pada analisis data spasial sehingga mampu mendukung pengembangan kemampuan berpikir spasial, penalaran geografis, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berbasis bukti. Meskipun tren penelitian mengenai GeoAI terus mengalami peningkatan hasil kajian memperlihatkan bahwa sebagian besar studi masih menitikberatkan pada inovasi teknologi dan pengembangan aplikasi sementara penelitian yang mengulas implementasi GeoAI dalam konteks pedagogis serta pengaruhnya terhadap peningkatan literasi geospasial peserta didik masih relatif terbatas. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pengembangan GeoAI dalam pendidikan geografi memerlukan penguatan kajian empiris agar pemanfaatannya tidak hanya menghasilkan kemajuan teknologi, tetapi juga memberikan dampak yang nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

Hasil kajian mengungkap adanya kesenjangan penelitian yang ditandai oleh belum optimalnya integrasi antara aspek teknologi, pedagogi, dan evaluasi pembelajaran dalam implementasi GeoAI. Penelitian yang mengembangkan model pembelajaran berbasis GeoAI, instrumen pengukuran literasi geospasial, serta kerangka evaluasi untuk menilai efektivitas penerapannya pada berbagai jenjang pendidikan masih terbatas. Agenda penelitian mendatang perlu diarahkan pada pengembangan model implementasi GeoAI yang adaptif terhadap karakteristik pembelajaran geografi, penyusunan indikator literasi geospasial yang terstandar, peningkatan kompetensi pendidik dalam pemanfaatan teknologi berbasis kecerdasan buatan, serta penguatan kajian mengenai tata kelola, etika, dan kebijakan implementasi GeoAI di lingkungan pendidikan. Upaya tersebut diharapkan dapat menghasilkan kerangka pemanfaatan GeoAI yang lebih menyeluruh sehingga mampu mendukung transformasi pembelajaran geografi sekaligus meningkatkan literasi geospasial peserta didik secara efektif, inklusif, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi melalui dukungan, arahan, dan masukan konstruktif selama proses penyusunan penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada penyedia layanan dasar data dan platform literatur ilmiah, yaitu Scopus, DOAJ, Google Scholar, SciSpace, dan Elicit, yang telah memfasilitasi akses terhadap berbagai sumber referensi akademik sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berlangsung secara optimal.

REFERENSI

- Afsari, C. D., Surjaatmadja, S., & Said, B. D. (2026). Integrasi Sistem Informasi Geospasial dalam Penataan Ruang Wilayah Nasional: Fondasi Menuju Indonesia Emas 2045. *Sistem Digital Keamanan Maritim*, 1(1), 63–73. <https://fkn.unhan.org/jkkm/article/view/35>
- Alfarizi, M. (2025). Teknologi Maju Society 5.0 dalam Tata Kelola Pertanahan Nasional untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan: Pendekatan Integratif Bibliometrik dan Kajian Literatur. *Advanced Technology Society 5.0 in National Land Governance to Support Sustainable Development: An Integrative Bibliometric and Literature Review Approach*, 15(1), 87–120. <https://doi.org/10.53686/jp.v15i1.291>
- Alifia, L. N. (2026). *Kendala dalam Pembelajaran Geografi pada Materi Sistem Informasi Geografis (SIG) di SMA Kota Metro* [Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung]. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/99613>
- Asriyaningsih, H., & Sriyanto, S. (2026). Pendidikan Geografi dalam Meningkatkan Kesadaran Lingkungan dan Berpikir Spasial Peserta Didik. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 9(5),

- 5183–5190. <https://doi.org/https://doi.org/10.54371/jiip.v9i5.11503>
- Bearman, N., Jones, N., André, I., Cachinho, H. A., & DeMers, M. (2016). The Future Role of GIS Education in Creating Critical Spatial Thinkers. *Journal of Geography in Higher Education*, 40(3), 394–408. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729>
- Darmawan, S., Nurulhakim, N. N., & Hernawati, R. (2024). Kecerdasan Buatan Berbasis Geospasial (GeoAI) Menggunakan Google Earth Engine untuk Monitoring Fenomena Urban Heat Island di Indonesia. <https://bit.ly/UHIGDItenas>
- Fahrudin, E., Supriyatna, S., & Darmawan, F. (2025). Geographic Artificial Intelligence (GeoAI) dan Natural Language Processing dalam Analisis Data Spasial. *Faktor Exacta*, 18(2), 141–154. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v18i2.28518>
- Faunia, N. (2025). Optimasi Pengembangan Pembelajaran Digital Materi Kondisi Geografis Indonesia dan Pelestarian Sumber Daya Alam untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMPN 32 Bandar Lampung [Universitas Lampung]. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/93702>
- Hasan, R. A., Sahrina, A., Astuti, I. S., & Maulidiyahwanti, G. (2025). The Effect of Google Earth Pro-Assisted Guided Discovery Learning on Students' Cognitive Outcomes. *Curricula: Journal of Curriculum Development*, 4(2), 1559–1574. <https://doi.org/10.17509/curricula.v4i2.91150>
- Hasanah, N., Nurvianti, N., Irsan, L. M., & Daud, L. O. R. (2025). Edukasi Interpretasi Data Geospasial untuk Meningkatkan Literasi Spasial Siswa MAN 1 Konawe Selatan. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Multidisiplin*, 1(1), 24–36. <https://doi.org/10.69606/jipm.v1i1.247>
- Khoirunnisa, A. S., Akbar, R. F., Wahayuningtiyas, A., & Prasetyo, M. J. (2025). PENGGUNAAN MEDIA GOOGLE EARTH UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SPASIAL PESERTA DIDIK PADA MATA PELAJARAN GEOGRAFI SMA. *Jurnal Pendidikan IPS Indonesia*, 9(2), 93–104. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/pips.v9i2.5910>
- Liwan, S., & Latue, P. C. (2024). Analisis Spasial Perubahan Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Menggunakan Pendekatan Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI). *Buana: Jurnal Geografi*, 1(1). <https://doi.org/10.56211/buana.v1i1.343>
- Maslichah, U., & Hilalludin. (2026). Kebijakan Pembelajaran PAI Berbasis Teknologi: Peluang Penerapan dan Risiko yang Harus Diantisipasi. *An-Nuriyah: Journal of Islamic Technology and Informatics Education*, 2(1), 100–116. <https://risetkendikia.com/index.php/jurnal-annuriyah/article/view/203>
- Musyawahar, R., Hasriyanti, H., & Kalsum, U. (2025). Pembelajaran Geografi Berbasis Teknologi Digital: Studi Persepsi Siswa dan Relevansinya dengan Sustainable Development Goals 4. *Journal of Geographical Sciences and Education*, 3(4), 249–262. <https://doi.org/10.69606/geography.v3i4.313>
- Muthohir, M. (2025). Evolusi AI dalam Sistem Informasi Geografis di Masa Depan. *Jurnal Riset Teknik Komputer*, 2(1), 63–69. <https://doi.org/10.69714/gsrfrm473>
- Najamuddin, Makmur, Sukmawati, & Nurfayanti. (2025). Peran Augmented Reality (AR) dalam Meningkatkan Pemahaman Spasial Siswa pada Pembelajaran Geometri: Kajian Literatur. *Pedagogy*, 10(4), 2585. <https://doi.org/https://doi.org/10.30605/pedagogy.v10i4.7620>
- Nelsya, N. P., Putri, R. A., Zaenudin, D., Julaeha, S., & Elvina. (2025). Kajian Literatur: Implementasi Teknologi Digital dan Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan MIPA di Indonesia. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1837–1852. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i4.3716>
- Nugraha, H. A., Khairunnisa, U. Z., & Mukti, H. (2024). Inovasi pembelajaran persebaran flora dan fauna endemik berbasis Geographical Location menggunakan ArcGIS StoryMaps: Studi kasus SMAN 07 Surakarta. *Journal of Edugeography*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.15294/edugeo.v11i2.69710>
- Podu, R. P., & Lukum, A. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Geografi Berbasis Digital untuk Mendukung Pendidikan Karakter. *Jurnal Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran: JPPP*, 6(2), 129–136. <https://doi.org/10.30596/jppp.v6i2.26883>
- Priyana, E. P., & Somantri, L. (2026). Geography Teachers' Perceptions of GeoAI Use in Learning. *Persepsi Guru Geografi Terhadap Pemanfaatan GeoAI Dalam Pembelajaran*, 15(2).

- <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v15i2.2079>
- Putra, A. K., Khalidy, D. Al, Handoyo, B., Wibowo, N. A., Purwanto, Irawan, L. Y., Ratri, A. J., Dewanti, V. N., & Arjita, R. (2025). Peningkatan Literasi AI dan Computational Thinking Guru Geografi melalui Pelatihan Berbasis Data Geospasial dan Ekskursi Lapangan. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 8(4), 578–585. <https://doi.org/10.29303/jppm.v8i4.9877>
- Rafizah, Khairani, N., Silitonga, Z. S., Ampere, D., & Bahri, H. (2026). Urgensi Literasi Digital dalam Membangun Ekosistem Pendidikan Modern: Studi Literatur Review. *CAHAYA: Journal of Research on Science Education*, 4(1), 49–58. <https://doi.org/10.70115/cahaya.v4i1.528>
- Rahmawati, M., & Subhani, A. (2026). From Spatial Thinking to Intelligent Learning: The Role of Artificial Intelligence in Future Geography Education. *Geotenses: Journal of Future Geography Education*, 1(1). <https://gumpublisher.id/index.php/geotenses/article/view/54/46>
- Ramadhani, T. S., Bakri, Z., & Khairani, M. (2025). Pengaruh penggunaan GIS terhadap kemampuan analisis spasial siswa SMA di Payakumbuh. *Jurnal Educazione: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran Dan Bimbingan Dan Konseling*, 13(2), 197–207. <https://doi.org/https://doi.org/10.56013/edu.v13i2.4877>
- Ridlo, S. (2025). Transformasi Manajemen Pendidikan Berbasis Teknologi dalam Era Artificial Intelligence. *Modeling: Jurnal Program Studi PGMI*, 12(4). <https://doi.org/10.69896/modeling.v12i4.3110>
- Rombe, S. (2024). Tinjauan Literatur Sistematis: Desain Pembelajaran Geografi di Era Digital. *EL-JUGHRAFIYAH*, 4(2), 174–184. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/jughrafia/article/viewFile/31434/11086>
- Şanlı, C. (2025). Artificial Intelligence in Geography Teaching: Potentialities, Applications, and Challenges. *International Journal of Current Educational Studies*, 4(1), 47–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.46328/ijces.170>
- Saputro, M. E. D., Wijayanti, F., Aditya, H. F., & Chakim, M. G. (2025). Integration of Drone and GIS Data for Precision Land Use Mapping in Belayung Baru Village, Banjar Regency, South Kalimantan. *Journal of Applied Plant Technology (JAPT)*, 4(2), 91–99. <https://doi.org/10.30742/w514gz87>
- Shaheda, I., Arif, N., Budiyanto, E., & Nofriansyah, N. (2025). *Perkembangan Artificial Intelligence (AI) dalam Pemecahan Masalah Lingkungan dan Pendidikan: A Systematic Review*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/rdje.v11i2.20613>
- Silviariza, W. Y., Sumarmi, & Handoyo, B. (2020). Using of Spatial Problem Based Learning (SPBL) Model in Geography Education for Developing Critical Thinking Skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1045–1060. <https://doi.org/10.17478/jegys.650856>
- Sudirman, A. S., Nurkarima, R., & Tahir, T. (2025). Penguatan Kompetensi Penelitian Geospasial Melalui Integrasi Artificial Intelligence (AI) di Jurusan Pendidikan Geografi. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Multidisiplin*, 1(2), 78–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.69606/jipm.v1i2.339>
- Sugiharto, S., Rahmadi, M. T., Sidauruk, T., & Anjakusumawati, E. S. (2025). *Virtual Tour 360° dalam Pembelajaran Geografi dan Pengembangan Pariwisata: Inovasi Teknologi untuk Eksplorasi Destinasi*. CV Eureka Media Aksara.
- Sumanti, Rahmat, A., Sofa, I. M., Juita, R., Nelvi, M., & Maryulis. (2026). Studi Keruangan dalam Geografi: Analisis Persebaran dan Interaksi Antar ruang. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 12(1), 20–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.36989/didaktik.v12i01.11001>
- Syaifulloh, A. (2025). Integrasi Prinsip Deep Learning Dalam Implementasi Kurikulum Merdeka: Analisis Tantangan dan Strategi Inovatif di Pendidikan Indonesia. *Journal of Educational Research and Innovation*. <https://doi.org/10.010125/y280m209>
- Tinambunan, D. T., Hutabarat, H. D., & Prakoso, L. Y. (2026). Transformasi Penataan Ruang Nasional melalui Integrasi Geospasial dan Artificial Intelligence: Menjawab Tantangan

- Urbanisasi, Perubahan Iklim, dan Big Data. *Sistem Digital Keamanan Maritim*, 1(1), 94–104. <https://fkn.unhan.org/jkkm/article/view/31>
- Tue, F., & Lukum, A. (2025). Implementasi Google Earth sebagai media pembelajaran kontekstual pada mata pelajaran Geografi. *Irfani*, 21(1), 188–203. <https://doi.org/https://doi.org/10.30603/ir.v21i1.6302>
- Wijayanto, B., Sutriani, W., & Luthfi, F. (2020). Kemampuan Berpikir Spasial dalam Pembelajaran Abad Ke-21. *Jurnal Samudra Geografi*, 3(2), 42–50. <https://doi.org/10.33059/jsg.v3i2.2495>
- Yusuf, Y., Kencana, M., & Fajrina, S. (2025). Analisis Pengembangan dan Pemanfaatan Teknologi Pembelajaran Berbasis E-Learning untuk Peningkatan Mutu Belajar di Daerah Tertinggal: Sebuah Tinjauan Literatur. *Journal of Contemporary Education*, 2(4), 420–435. <https://doi.org/10.63863/jce.v2i4.259>