

Tren Riset Integrasi AI dan Remote Sensing untuk Manajemen Bencana: Analisis Bibliometrik Scopus 2010–2025

Loso Judijanto¹, Hanifah Nurul Muthmainah², Arjon Samuel Sitio³

IPOSS Jakarta, losojudijantobumn@gmail.com

Universitas Siber Muhammadiyah, hanifah20220200046@sibermu.ac.id

Universitas Tjut Nyak Dhien, arjonsitio@yahoo.com

Article Info

Article history:

Received Feb, 2026

Revised Feb, 2026

Accepted Feb, 2026

Kata Kunci:

Artificial Intelligence, Remote Sensing, Manajemen Bencana, Analisis Bibliometrik.

Keywords:

Artificial Intelligence, Remote Sensing, Disaster Management, Bibliometric Analysis.

ABSTRAK

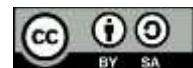
Integrasi Artificial Intelligence (AI) dan Remote Sensing menjadi pendekatan penting dalam meningkatkan sistem manajemen bencana, khususnya dalam kegiatan pemantauan, prediksi, dan mitigasi berbagai jenis bencana alam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian global terkait integrasi AI dan remote sensing dalam manajemen bencana menggunakan pendekatan bibliometrik. Data penelitian diperoleh dari basis data Scopus dengan rentang publikasi tahun 2010–2025. Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan pola penelitian, meliputi jaringan kolaborasi penulis, kolaborasi institusi, kolaborasi antar negara, serta keterkaitan kata kunci. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini mengalami perkembangan yang signifikan dalam satu dekade terakhir. Tema penelitian yang paling dominan ditunjukkan oleh kata kunci remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention, yang menegaskan bahwa kedua teknologi tersebut memiliki peran penting dalam pengembangan sistem manajemen bencana modern. Analisis jaringan kata kunci mengidentifikasi beberapa kluster utama penelitian, seperti pemodelan prediktif berbasis deep learning, pemanfaatan citra satelit untuk pemantauan bencana alam, serta integrasi sistem informasi geografis dalam mendukung pengambilan keputusan. Selain itu, analisis kolaborasi menunjukkan adanya kerja sama internasional yang kuat, terutama antara negara-negara di kawasan Asia dan Eropa, dengan India dan China sebagai kontributor utama dalam publikasi penelitian di bidang ini. Visualisasi overlay dan density juga menunjukkan bahwa penelitian terbaru semakin berfokus pada analisis prediktif, pembangunan berkelanjutan, serta perencanaan wilayah dalam konteks pengurangan risiko bencana.

ABSTRACT

The integration of Artificial Intelligence (AI) and Remote Sensing is an important approach in improving disaster management systems, particularly in monitoring, predicting, and mitigating various types of natural disasters. This study aims to analyze global research trends related to the integration of AI and remote sensing in disaster management using a bibliometric approach. Research data was obtained from the Scopus database with publications ranging from 2010 to 2025. Bibliometric analysis was conducted using VOSviewer software to visualize research patterns, including author collaboration networks, institutional collaboration, inter-country collaboration, and keyword correlations. The results of the analysis show that research in this field has experienced significant development over the past decade. The most dominant research themes were indicated by the keywords remote sensing, artificial intelligence, and disaster prevention, confirming that these two technologies play an important

role in the development of modern disaster management systems. Keyword network analysis identified several major research clusters, such as deep learning-based predictive modeling, the use of satellite imagery for natural disaster monitoring, and the integration of geographic information systems to support decision-making. In addition, collaboration analysis shows strong international cooperation, particularly between countries in Asia and Europe, with India and China as major contributors to research publications in this field. Overlay and density visualizations also show that recent research is increasingly focused on predictive analysis, sustainable development, and regional planning in the context of disaster risk reduction.

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



Corresponding Author:

Name: Loso Judijanto
Institution: IPOSS Jakarta
Email: losojudijantobumn@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam dua dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk dalam manajemen bencana. AI, yang mencakup machine learning, deep learning, computer vision, dan analitik prediktif, memungkinkan pemrosesan data dalam skala besar secara cepat dan akurat (Kononiuk & Magruk, 2023; Osama et al., 2021). Di sisi lain, teknologi penginderaan jauh (remote sensing) menyediakan data spasial dan temporal yang sangat kaya melalui satelit, UAV (Unmanned Aerial Vehicles), dan sensor berbasis udara lainnya. Integrasi antara AI dan remote sensing menjadi semakin relevan karena keduanya saling melengkapi: remote sensing menghasilkan data dalam jumlah besar, sementara AI menyediakan metode untuk mengekstraksi informasi bermakna dari data tersebut (Radwan et al., 2019). Dalam konteks manajemen bencana, kombinasi ini memungkinkan deteksi dini, pemantauan real-time, serta evaluasi dampak pascabencana secara lebih efisien dan presisi (Heipke, 2010).

Frekuensi dan intensitas bencana alam yang meningkat akibat perubahan iklim global semakin memperkuat urgensi pemanfaatan teknologi canggih dalam mitigasi dan respons bencana. Laporan berbagai lembaga internasional menunjukkan peningkatan kejadian banjir, kebakaran hutan, gempa bumi, dan badai tropis dalam dua dekade terakhir (Alvarez-Vanhard et al., 2021; Karra et al., 2021). Remote sensing telah lama digunakan untuk pemetaan wilayah terdampak dan pemantauan dinamika lingkungan sebelum dan sesudah bencana. Namun, volume data citra satelit yang terus meningkat menimbulkan tantangan dalam analisis manual maupun semi-otomatis. Di sinilah AI memainkan peran penting dengan kemampuannya melakukan klasifikasi citra, segmentasi objek, dan deteksi perubahan secara otomatis dalam waktu singkat (Dewitte et al., 2021). Dengan demikian, integrasi AI dan remote sensing bukan hanya sebuah inovasi teknis, tetapi juga kebutuhan strategis dalam sistem manajemen risiko bencana modern.

Seiring dengan kemajuan tersebut, publikasi ilmiah yang membahas integrasi AI dan remote sensing dalam manajemen bencana menunjukkan tren pertumbuhan yang signifikan. Basis data internasional seperti Scopus mencatat peningkatan jumlah artikel yang memadukan kedua bidang ini, terutama setelah tahun 2015 ketika teknologi deep learning mulai berkembang pesat. Penelitian-penelitian tersebut mencakup berbagai topik, seperti deteksi kebakaran hutan berbasis citra satelit,

pemetaan kerusakan bangunan pascagempa menggunakan convolutional neural networks (CNN), hingga prediksi banjir berbasis model machine learning dan data multi-sensor (Velsamy et al., 2020). Pertumbuhan literatur ini mencerminkan meningkatnya perhatian akademik terhadap pendekatan berbasis data dalam manajemen bencana. Namun demikian, meskipun jumlah publikasi terus bertambah, belum banyak kajian yang secara sistematis menganalisis tren, pola kolaborasi, maupun fokus tematik penelitian di bidang ini secara komprehensif.

Analisis bibliometrik menjadi salah satu metode yang efektif untuk memahami perkembangan suatu bidang ilmu secara kuantitatif dan sistematis. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi tren publikasi, penulis dan institusi paling produktif, jaringan kolaborasi internasional, serta kata kunci yang paling sering muncul dalam literatur tertentu (Aria & Cuccurullo, 2017). Dalam konteks integrasi AI dan remote sensing untuk manajemen bencana, analisis bibliometrik dapat memberikan gambaran mengenai evolusi topik penelitian dari waktu ke waktu, termasuk pergeseran fokus dari metode tradisional ke pendekatan berbasis deep learning dan big data analytics. Selain itu, pendekatan ini juga dapat mengungkap kesenjangan penelitian (research gaps) yang masih terbuka untuk dieksplorasi lebih lanjut. Oleh karena itu, kajian bibliometrik berbasis data Scopus periode 2010–2025 menjadi relevan untuk memetakan dinamika perkembangan riset secara global.

Periode 2010–2025 dipilih karena mencakup fase penting dalam perkembangan AI modern, khususnya sejak kebangkitan deep learning sekitar tahun 2012 yang secara drastis meningkatkan performa analisis citra dan pengenalan pola. Dalam rentang waktu ini, teknologi sensor satelit juga mengalami peningkatan resolusi spasial dan temporal yang signifikan, sehingga menghasilkan data yang lebih detail dan kompleks. Kombinasi kemajuan di kedua bidang tersebut diyakini telah memengaruhi arah dan intensitas penelitian terkait manajemen bencana. Dengan melakukan analisis bibliometrik terhadap publikasi Scopus selama periode tersebut, penelitian ini berupaya memberikan pemahaman komprehensif mengenai tren, kontribusi ilmiah, serta dinamika kolaborasi global dalam integrasi AI dan remote sensing untuk manajemen bencana. Kajian ini diharapkan tidak hanya memetakan perkembangan akademik, tetapi juga memberikan dasar informasi bagi peneliti dan pembuat kebijakan dalam merumuskan strategi penelitian dan pengembangan teknologi di masa depan.

Meskipun jumlah publikasi mengenai integrasi AI dan remote sensing dalam manajemen bencana terus meningkat, hingga saat ini belum tersedia kajian bibliometrik yang secara khusus dan komprehensif memetakan tren penelitian global dalam periode 2010–2025 berdasarkan basis data Scopus. Ketiadaan pemetaan yang sistematis menyebabkan kurangnya pemahaman mengenai arah perkembangan riset, dominasi topik tertentu, pola kolaborasi antarnegara, serta potensi kesenjangan penelitian yang masih terbuka. Tanpa analisis tersebut, sulit bagi peneliti dan pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi fokus penelitian yang telah jenuh maupun area inovatif yang masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren riset integrasi AI dan remote sensing dalam manajemen bencana melalui pendekatan bibliometrik berbasis data Scopus periode 2010–2025.

2. METODE

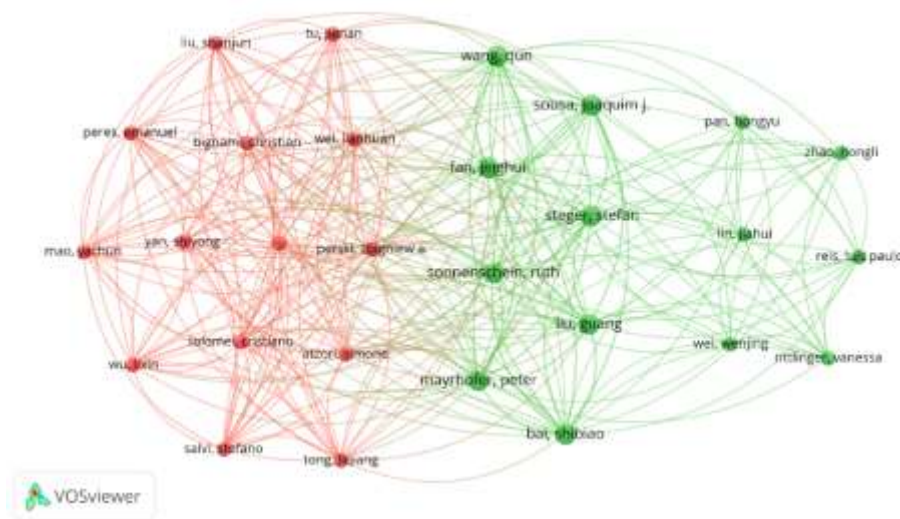
This study employed a bibliometric analysis approach to examine the development of research on the integration of Artificial Intelligence (AI) and Remote Sensing in disaster management. Bibliometric analysis is a quantitative method used to evaluate scientific publications and identify patterns, trends, and relationships within a specific research field. The data used in this study were obtained from the Scopus database, which is recognized as one of the largest and most comprehensive databases for peer-reviewed academic publications. The data collection process was

conducted by searching relevant documents published between 2010 and 2025 using keywords related to artificial intelligence, remote sensing, and disaster management. The search results were then exported in CSV format, including bibliographic information such as author names, titles, affiliations, keywords, citations, and publication years. These data were subsequently filtered and organized to ensure relevance with the research topic before being processed for further analysis.

The bibliometric data were analyzed using VOSviewer software, which enables visualization and mapping of scientific knowledge structures. Several analytical techniques were applied, including co-authorship analysis to examine collaboration networks among authors and institutions, country collaboration analysis to identify international research partnerships, and keyword co-occurrence analysis to reveal the main research themes and their interconnections. In addition, overlay visualization was used to identify the temporal evolution of research topics, while density visualization helped determine the most dominant themes within the research field.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

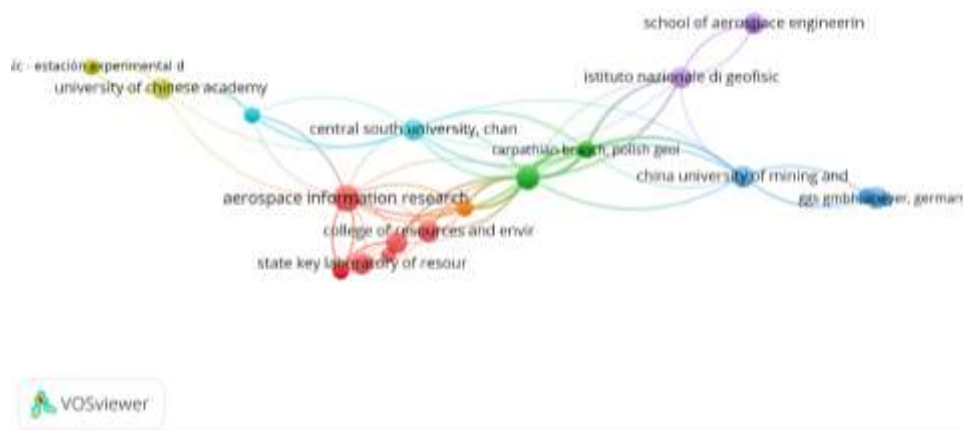
Analisis Kepenulisan



Gambar 1. Visualisasi Penulis

Sumber: Data Diolah

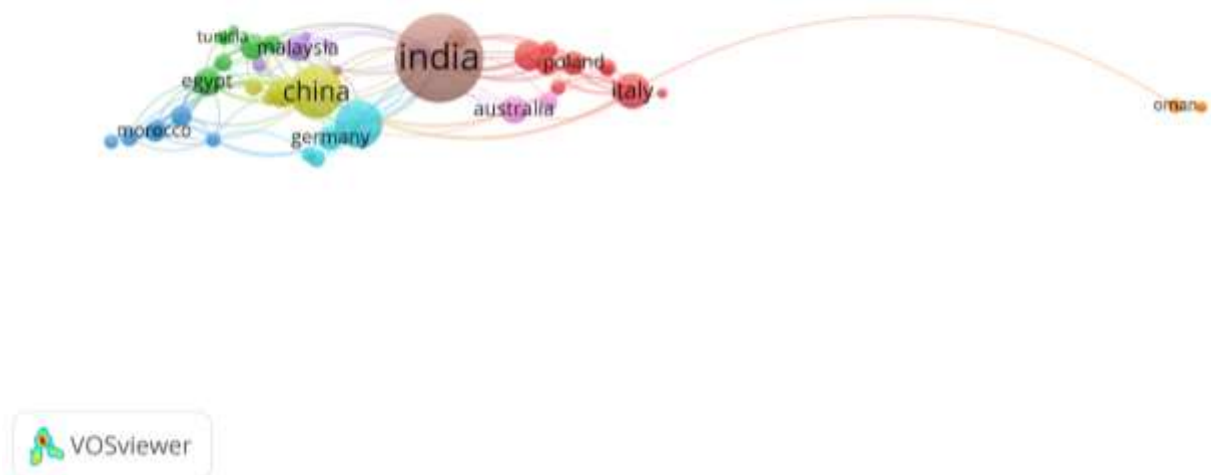
Gambar 1 menunjukkan pola kolaborasi penulis dalam penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing untuk manajemen bencana. Jaringan ini terbagi menjadi dua kluster utama yang ditandai dengan warna merah dan hijau, yang merepresentasikan kelompok peneliti dengan intensitas kolaborasi yang tinggi dalam masing-masing kelompok. Kluster merah mencakup penulis seperti Liu Shanjun, Tu Lienan, Wei Lianhuan, dan Tolomei Cristiano, yang menunjukkan keterkaitan penelitian yang kuat di antara peneliti tersebut, kemungkinan berfokus pada pengembangan metode analisis data geospasial atau model AI untuk pemantauan bencana. Sementara itu, kluster hijau dipimpin oleh penulis seperti Wang Qun, Sousa Joaquim J., Fan Jinghui, dan Pan Hongyu, yang juga menunjukkan jaringan kolaborasi yang luas dan saling terhubung dalam penelitian terkait penginderaan jauh dan analitik berbasis AI. Kedapatan hubungan antar node menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini bersifat kolaboratif dan melibatkan jaringan internasional yang cukup kuat. Selain itu, beberapa penulis seperti Sonpense Ruth dan Mayrhofer Peter berada di posisi yang relatif sentral, mengindikasikan peran penting mereka sebagai penghubung antar kelompok penelitian dan memperkuat integrasi kolaborasi dalam pengembangan studi mengenai pemanfaatan teknologi AI dan remote sensing dalam mitigasi serta manajemen bencana.



Gambar 2. Visualisasi Institusi

Sumber: Data Diolah

Gambar 2 menunjukkan hubungan kerja sama antar lembaga penelitian yang berkontribusi dalam studi integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing untuk manajemen bencana. Jaringan ini memperlihatkan beberapa kluster institusi yang saling terhubung melalui kolaborasi penelitian lintas negara. Carpathian Branch, Polish Geological Institute tampak berada pada posisi yang relatif sentral dalam jaringan, menunjukkan peran penting sebagai penghubung antara beberapa institusi lain. Di sisi lain, institusi seperti Central South University, China University of Mining and Technology, serta Aerospace Information Research Institute juga memiliki keterkaitan kolaboratif yang cukup kuat dalam pengembangan penelitian berbasis penginderaan jauh dan analisis data berbasis AI. Selain itu, beberapa lembaga penelitian dan universitas seperti University of Chinese Academy of Sciences, Instituto Nazionale di Geofisica, dan School of Aerospace Engineering menunjukkan adanya kolaborasi internasional yang memperluas jaringan penelitian di bidang ini. Struktur jaringan ini menggambarkan bahwa penelitian mengenai integrasi AI dan remote sensing dalam manajemen bencana berkembang melalui kerja sama institusional yang cukup intensif, terutama antara institusi akademik dan lembaga riset geospasial yang berfokus pada pemantauan lingkungan dan mitigasi risiko bencana.

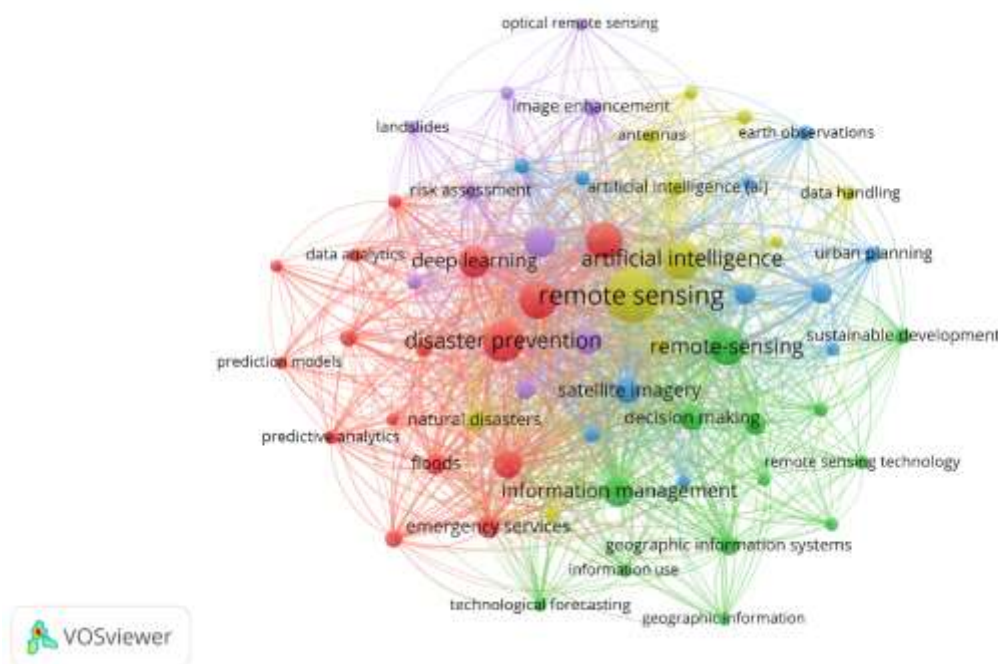


Gambar 3. Visualisasi Negara

Sumber: Data Diolah

Gambar 3 menunjukkan pola kolaborasi antar negara dalam penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing untuk manajemen bencana. Dalam jaringan ini, India terlihat sebagai negara dengan ukuran node paling besar dan posisi yang relatif sentral, yang mengindikasikan kontribusi publikasi serta intensitas kolaborasi internasional yang tinggi dalam bidang penelitian tersebut. India terhubung dengan beberapa negara lain seperti Italy, Poland, Australia, China, dan Germany, yang mencerminkan adanya jaringan kerja sama ilmiah lintas kawasan. China juga muncul sebagai aktor penting dengan koneksi yang luas, terutama dengan negara-negara Asia dan Afrika seperti Malaysia, Egypt, Tunisia, dan Morocco, menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini berkembang kuat di kawasan Asia dan negara berkembang yang memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana alam. Sementara itu, negara-negara Eropa seperti Italy dan Poland memperlihatkan peran dalam memperkuat kolaborasi internasional melalui keterhubungan dengan berbagai negara lain. Adapun Oman terlihat berada pada posisi yang lebih terpisah dari jaringan utama, yang menunjukkan keterlibatan penelitian yang masih terbatas atau kolaborasi internasional yang relatif lebih sedikit.

Visualisasi Kata Kunci



Gambar 4. Visualisasi Jaringan

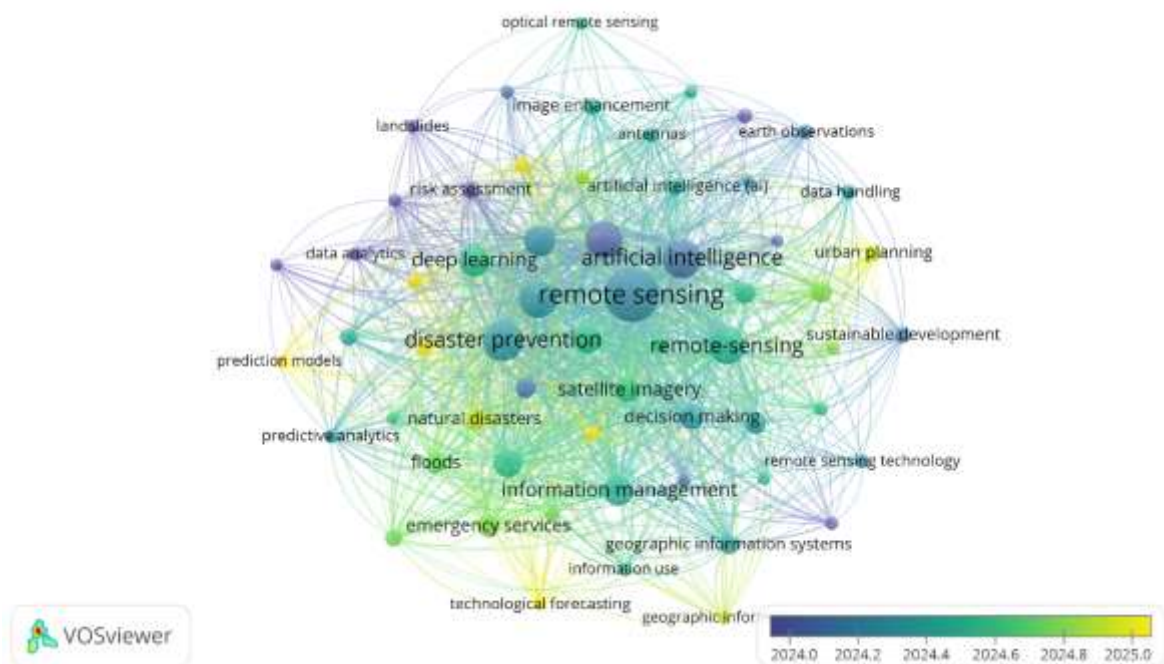
Sumber: Data Diolah

Gambar 4 menggambarkan struktur tematik penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing dalam manajemen bencana. Node yang berukuran lebih besar seperti remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention menunjukkan bahwa ketiga konsep tersebut merupakan tema utama yang paling sering muncul dalam publikasi ilmiah pada periode 2010–2025. Keterhubungan yang padat antar kata kunci juga menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini berkembang secara multidisipliner dengan menggabungkan teknologi penginderaan jauh, analisis data berbasis kecerdasan buatan, serta pendekatan mitigasi bencana. Hal ini menegaskan bahwa teknologi AI semakin berperan penting dalam meningkatkan kemampuan analisis data geospasial untuk mendukung sistem manajemen bencana yang lebih efektif.

Klaster berwarna merah memperlihatkan fokus penelitian yang berkaitan dengan analisis prediktif dan mitigasi bencana alam. Kata kunci seperti disaster prevention, deep learning,

prediction models, floods, natural disasters, dan predictive analytics menunjukkan bahwa banyak studi memanfaatkan teknik pembelajaran mesin untuk memprediksi kejadian bencana serta meningkatkan sistem peringatan dini. Dalam konteks ini, penggunaan metode deep learning memungkinkan pemrosesan data citra satelit secara lebih akurat untuk mengidentifikasi pola kejadian bencana seperti banjir, tanah longsor, dan fenomena alam lainnya. Klaster hijau menyoroti tema yang berkaitan dengan manajemen informasi dan sistem pendukung keputusan dalam penanggulangan bencana. Kata kunci seperti information management, decision making, geographic information systems, dan remote sensing technology menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya berfokus pada analisis data, tetapi juga pada bagaimana informasi tersebut digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam kebijakan mitigasi bencana. Integrasi antara sistem informasi geografis dan teknologi penginderaan jauh memungkinkan pemetaan risiko yang lebih akurat serta perencanaan mitigasi yang lebih efektif.

Klaster kuning dan biru memperlihatkan keterkaitan antara pengembangan teknologi penginderaan jauh dan pemanfaatannya dalam analisis lingkungan. Kata kunci seperti earth observations, data handling, satellite imagery, dan urban planning menunjukkan bahwa penelitian juga memanfaatkan data observasi bumi untuk memantau perubahan lingkungan yang berpotensi memicu bencana. Dalam konteks ini, pengolahan data citra satelit dengan bantuan kecerdasan buatan memungkinkan analisis skala besar yang dapat digunakan untuk memahami dinamika lingkungan serta dampaknya terhadap kerentanan bencana. Sementara itu, klaster ungu menyoroti tema penelitian yang lebih spesifik terkait pemrosesan citra dan analisis visual berbasis penginderaan jauh. Kata kunci seperti image enhancement, optical remote sensing, dan landslides menunjukkan bahwa sebagian penelitian berfokus pada pengembangan metode untuk meningkatkan kualitas citra satelit sehingga dapat digunakan secara lebih efektif dalam pemantauan bencana.

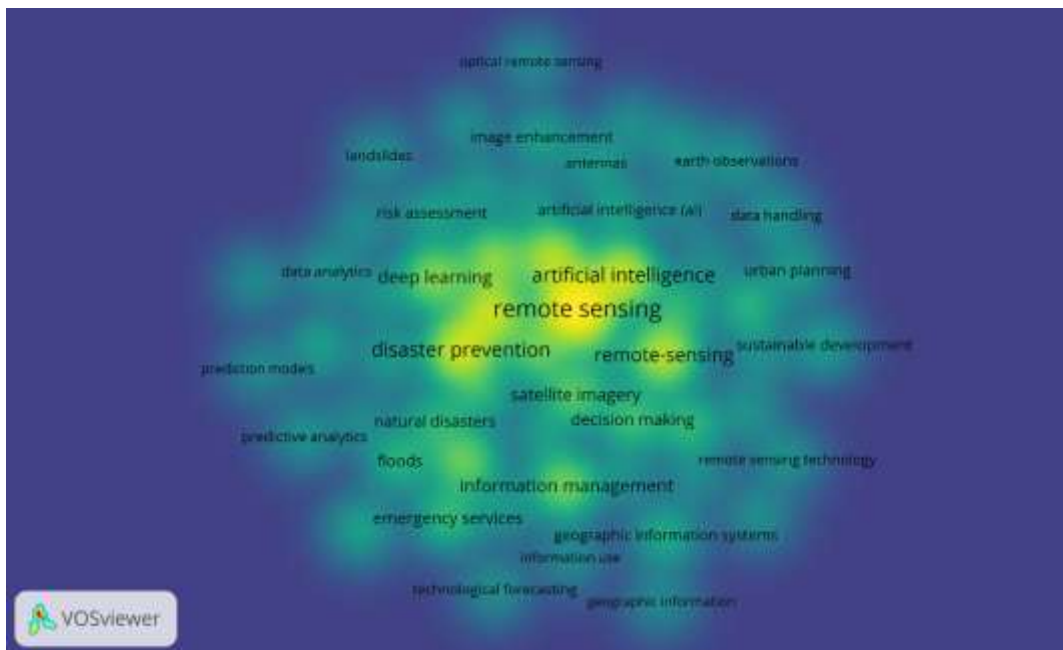


Gambar 5. Visualisasi Overlay

Sumber: Data Diolah

Gambar 5 menunjukkan perkembangan temporal kata kunci dalam penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing untuk manajemen bencana. Node dengan ukuran terbesar seperti remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention berada pada

posisi pusat jaringan, menandakan bahwa ketiga konsep tersebut merupakan tema utama yang menjadi fondasi penelitian di bidang ini. Warna pada node menggambarkan rata-rata tahun kemunculan kata kunci, di mana warna biru menunjukkan topik yang relatif lebih awal muncul, sedangkan warna hijau hingga kuning menunjukkan topik yang lebih baru dan berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Pada fase awal perkembangan penelitian, tema-tema yang berwarna lebih kebiruan seperti risk assessment, data analytics, dan image enhancement menunjukkan bahwa penelitian awal lebih berfokus pada pengembangan metode analisis data dan pemrosesan citra berbasis penginderaan jauh. Pendekatan ini banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas interpretasi data satelit dalam memetakan potensi bencana seperti tanah longsor, banjir, dan fenomena lingkungan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi penginderaan jauh dan metode analisis citra menjadi fondasi awal bagi integrasi teknologi yang lebih kompleks dalam sistem manajemen bencana. Sementara itu, kata kunci yang berwarna lebih hijau hingga kuning seperti prediction models, urban planning, sustainable development, dan data handling menunjukkan arah perkembangan penelitian yang lebih baru. Tren ini menandakan bahwa penelitian terbaru semakin menekankan pada penggunaan kecerdasan buatan untuk analisis prediktif, pengelolaan data besar, serta integrasi teknologi dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan dan mitigasi risiko bencana.



Gambar 6. Visualisasi Densitas
Sumber: Data Diolah

Gambar 6 menunjukkan tingkat kepadatan kemunculan dan keterkaitan kata kunci dalam penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence dan Remote Sensing untuk manajemen bencana. Area berwarna kuning terang di bagian pusat menandakan kata kunci yang paling sering muncul dan memiliki hubungan yang paling kuat dalam jaringan penelitian. Dalam peta ini, kata kunci seperti remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention berada pada wilayah dengan kepadatan tertinggi, yang menunjukkan bahwa ketiga konsep tersebut merupakan inti utama dari perkembangan penelitian di bidang ini. Keterkaitan yang kuat di antara kata kunci tersebut menunjukkan bahwa teknologi penginderaan jauh dan kecerdasan buatan banyak dimanfaatkan untuk mendukung upaya mitigasi dan pencegahan bencana melalui analisis data geospasial dan pemodelan prediktif.

Di sekitar area inti tersebut terdapat kata kunci lain dengan kepadatan menengah seperti satellite imagery, deep learning, information management, natural disasters, dan decision making, yang menunjukkan bahwa penelitian juga berkembang pada aspek pengolahan citra satelit, analisis berbasis pembelajaran mesin, serta pemanfaatan sistem informasi untuk pengambilan keputusan dalam penanggulangan bencana. Sementara itu, area dengan warna lebih gelap di bagian luar jaringan seperti urban planning, earth observations, dan technological forecasting menunjukkan topik yang relatif lebih spesifik atau masih berkembang dalam literatur.

Analisis Kutipan

Tabel 1. Literatur dengan Kutipan Terbanyak

Citations	Authors and Year	Title
458	(Sun & Scanlon, 2019)	How can Big Data and machine learning benefit environment and water management: A survey of methods, applications, and future directions
185	(Abid et al., 2021)	Toward an integrated disaster management approach: How artificial intelligence can boost disaster management
152	(Munawar et al., 2022)	Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review
105	(Boroujeni et al., 2024)	A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management
93	(Thangavel et al., 2023)	Autonomous Satellite Wildfire Detection Using Hyperspectral Imagery and Neural Networks: A Case Study on Australian Wildfire
81	(Alotaibi & Nassif, 2024)	Artificial intelligence in environmental monitoring: in-depth analysis
58	(Dritsas & Trigka, 2025)	Remote Sensing and Geospatial Analysis in the Big Data Era: A Survey
57	(Jiang et al., 2024)	Change detection of multisource remote sensing images: a review
43	(Chang et al., 2023)	Artificial Intelligence Techniques in Hydrology and Water Resources Management
40	(Abdalzaher et al., 2022)	Employing Remote Sensing, Data Communication Networks, AI, and Optimization Methodologies in Seismology

Sumber: Data Diolah

Pembahasan

Perkembangan penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence (AI) dan Remote Sensing dalam manajemen bencana menunjukkan tren yang semakin meningkat dalam dua dekade terakhir. Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention merupakan tema utama yang paling dominan dalam jaringan kata kunci. Hal ini menegaskan bahwa teknologi penginderaan jauh menjadi sumber data utama dalam pemantauan kondisi lingkungan dan risiko bencana, sementara AI berperan sebagai alat analisis yang memungkinkan pemrosesan data dalam skala besar secara lebih cepat dan akurat. Integrasi kedua teknologi ini menjadi penting dalam meningkatkan kemampuan sistem manajemen bencana untuk mendeteksi, memprediksi, dan merespons kejadian bencana secara lebih efektif.

Analisis co-occurrence keywords menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini berkembang melalui beberapa klaster tematik utama. Klaster pertama berfokus pada penggunaan deep learning dan predictive analytics untuk memodelkan dan memprediksi kejadian bencana seperti banjir, tanah longsor, dan bencana alam lainnya. Pemanfaatan teknik pembelajaran mesin memungkinkan identifikasi pola dalam data citra satelit serta pemodelan risiko bencana secara lebih akurat. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian terbaru semakin memanfaatkan algoritma AI untuk meningkatkan kemampuan prediksi serta sistem peringatan dini yang dapat membantu mengurangi dampak bencana terhadap masyarakat.

Klaster tematik lainnya berkaitan dengan manajemen informasi dan sistem pendukung keputusan dalam penanggulangan bencana. Kata kunci seperti information management, decision making, dan geographic information systems menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya berfokus pada analisis data, tetapi juga pada bagaimana informasi tersebut dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Integrasi antara sistem informasi geografis (GIS), citra satelit, dan teknologi AI memungkinkan pemetaan risiko bencana yang lebih akurat serta pengembangan sistem manajemen bencana berbasis data. Pendekatan ini sangat penting dalam mendukung kebijakan mitigasi bencana yang lebih adaptif dan berbasis bukti ilmiah.

Hasil analisis overlay visualization juga menunjukkan adanya perubahan fokus penelitian dari waktu ke waktu. Pada tahap awal perkembangan penelitian, fokus utama berada pada pengembangan teknik pemrosesan citra dan analisis data geospasial seperti image enhancement, risk assessment, dan data analytics. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, penelitian semakin berkembang ke arah penggunaan model prediksi berbasis AI, pengelolaan data besar, serta integrasi teknologi dalam perencanaan pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan risiko bencana. Perubahan ini menunjukkan bahwa perkembangan teknologi komputasi dan ketersediaan data satelit telah mendorong transformasi metode penelitian dalam bidang manajemen bencana.

Analisis kolaborasi penulis dan institusi menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini bersifat sangat kolaboratif dan melibatkan jaringan internasional yang luas. Beberapa kelompok peneliti membentuk klaster kolaborasi yang kuat, terutama antara universitas dan lembaga penelitian yang memiliki fokus pada teknologi penginderaan jauh dan analisis data geospasial. Institusi seperti Central South University, China University of Mining and Technology, serta beberapa lembaga penelitian geospasial internasional terlihat memiliki peran penting dalam pengembangan penelitian di bidang ini. Kolaborasi lintas institusi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan teknologi AI dan remote sensing untuk manajemen bencana membutuhkan kerja sama multidisipliner yang melibatkan bidang ilmu komputer, geografi, teknik lingkungan, serta ilmu kebencanaan.

Selain itu, analisis kolaborasi antar negara menunjukkan bahwa kontribusi penelitian didominasi oleh negara-negara di kawasan Asia dan Eropa. India dan China terlihat sebagai negara dengan kontribusi publikasi yang signifikan serta jaringan kolaborasi internasional yang luas. Hal ini dapat dikaitkan dengan tingginya tingkat kerentanan terhadap bencana alam di wilayah tersebut serta meningkatnya investasi dalam penelitian teknologi geospasial dan kecerdasan buatan. Negara-negara Eropa seperti Italy dan Poland juga menunjukkan keterlibatan aktif dalam kolaborasi internasional, terutama dalam pengembangan metode analisis data dan teknologi observasi bumi. Hasil density visualization memperkuat temuan bahwa topik penelitian yang paling intensif berada pada integrasi antara teknologi penginderaan jauh dan kecerdasan buatan dalam konteks mitigasi bencana. Tingginya kepadatan kata kunci di sekitar remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention menunjukkan bahwa penelitian di bidang ini berfokus pada pengembangan teknologi analisis data geospasial untuk meningkatkan sistem pemantauan dan mitigasi bencana. Sementara itu, topik lain seperti urban planning, sustainable development, dan technological forecasting menunjukkan potensi arah penelitian masa depan yang menghubungkan teknologi AI dan remote sensing dengan perencanaan pembangunan yang lebih berkelanjutan dan tangguh terhadap risiko bencana.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik terhadap publikasi Scopus periode 2010–2025, penelitian mengenai integrasi Artificial Intelligence (AI) dan Remote Sensing dalam manajemen bencana menunjukkan perkembangan yang signifikan serta semakin bersifat multidisipliner. Tema

utama penelitian didominasi oleh kata kunci seperti remote sensing, artificial intelligence, dan disaster prevention, yang menunjukkan bahwa teknologi penginderaan jauh dan kecerdasan buatan menjadi fondasi utama dalam pengembangan sistem pemantauan, prediksi, dan mitigasi bencana. Analisis jaringan kata kunci mengungkap beberapa fokus penelitian penting, termasuk penggunaan deep learning untuk prediksi bencana, pemanfaatan citra satelit untuk pemantauan lingkungan, serta integrasi sistem informasi geografis dalam pengambilan keputusan kebencanaan. Selain itu, pola kolaborasi menunjukkan keterlibatan aktif peneliti dan institusi dari berbagai negara, terutama dari kawasan Asia dan Eropa, yang menandakan bahwa penelitian di bidang ini berkembang melalui kerja sama internasional yang luas.

REFERENSI

- Abdalzaher, M. S., Elsayed, H. A., & Fouda, M. M. (2022). Employing remote sensing, data communication networks, ai, and optimization methodologies in seismology. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 15, 9417–9438.
- Abid, S. K., Sulaiman, N., Chan, S. W., Nazir, U., Abid, M., Han, H., Ariza-Montes, A., & Vega-Munoz, A. (2021). Toward an integrated disaster management approach: how artificial intelligence can boost disaster management. *Sustainability*, 13(22), 12560.
- Alotaibi, E., & Nassif, N. (2024). Artificial intelligence in environmental monitoring: in-depth analysis. *Discover Artificial Intelligence*, 4(1), 84.
- Alvarez-Vanhard, E., Corpetti, T., & Houet, T. (2021). UAV & satellite synergies for optical remote sensing applications: A literature review. *Science of Remote Sensing*, 3, 100019.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
- Boroujeni, S. P. H., Razi, A., Khoshdel, S., Afghah, F., Coen, J. L., O'Neill, L., Fule, P., Watts, A., Kokolakis, N.-M. T., & Vamvoudakis, K. G. (2024). A comprehensive survey of research towards AI-enabled unmanned aerial systems in pre-, active-, and post-wildfire management. *Information Fusion*, 108, 102369.
- Chang, F.-J., Chang, L.-C., & Chen, J.-F. (2023). Artificial intelligence techniques in hydrology and water resources management. In *Water* (Vol. 15, Issue 10, p. 1846). MDPI.
- Dewitte, S., Cornelis, J. P., Müller, R., & Munteanu, A. (2021). Artificial intelligence revolutionises weather forecast, climate monitoring and decadal prediction. *Remote Sensing*, 13(16), 3209.
- Dritsas, E., & Trigka, M. (2025). Remote sensing and geospatial analysis in the big data era: A survey. *Remote Sensing*, 17(3), 550.
- Heipke, C. (2010). Crowdsourcing geospatial data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(6), 550–557.
- Jiang, W., Sun, Y., Lei, L., Kuang, G., & Ji, K. (2024). Change detection of multisource remote sensing images: A review. *International Journal of Digital Earth*, 17(1), 2398051.
- Karra, K., Kontgis, C., Statman-Weil, Z., Mazzariello, J. C., Mathis, M., & Brumby, S. P. (2021). Global land use/land cover with Sentinel 2 and deep learning. *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 4704–4707.
- Kononiuk, A., & Magruk, A. (2023). BUILDING RESILIENCE IN EUROPEAN FOOD SUPPLY CHAINS: RESULTS OF A DELPHI STUDY. *Economics and Environment*, 87(4). <https://doi.org/10.34659/eis.2023.87.4.758>
- Munawar, H. S., Mojtahedi, M., Hammad, A. W. A., Kouzani, A., & Mahmud, M. A. P. (2022). Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review. *Science of the Total Environment*, 806, 151351.
- Osama, N., Yang, B., Ma, Y., & Freeshah, M. (2021). A digital terrain modeling method in urban areas by the ICESat-2 (Generating precise terrain surface profiles from photon-counting technology). *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 87(4), 237–248.
- Radwan, T. M., Blackburn, G. A., Whyatt, J. D., & Atkinson, P. M. (2019). Dramatic loss of agricultural land due to urban expansion threatens food security in the Nile Delta, Egypt. *Remote Sensing*, 11(3), 332.
- Sun, A. Y., & Scanlon, B. R. (2019). How can Big Data and machine learning benefit environment and water management: a survey of methods, applications, and future directions. *Environmental Research Letters*, 14(7), 73001.
- Thangavel, K., Spiller, D., Sabatini, R., Amici, S., Sasidharan, S. T., Fayek, H., & Marzocca, P. (2023). Autonomous satellite wildfire detection using hyperspectral imagery and neural networks: A case study on australian

wildfire. *Remote Sensing*, 15(3), 720.

Velsamy, S., Balasubramaniyan, G., Swaminathan, B., & Kesavan, D. (2020). Multi-decadal shoreline change analysis in coast of Thiruchendur Taluk, Thoothukudi district, Tamil Nadu, India, using remote sensing and DSAS techniques. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(17), 838.