

Analisis Spasial dan Temporal untuk Pengelolaan Kualitas Udara: Analisis Bibliometrik

Bidah Aprillia^{1,a)} dan Dian Hudawan Santoso²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Jl. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

²⁾ Prodi Doktor Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknika Utara, Pogung Kidul, Sinduadi, Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55284

^{a)} Corresponding author: 114220065@student.upnyk.ac.id

ABSTRAK

Penurunan kualitas udara merupakan permasalahan lingkungan global yang berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia dan keberlanjutan lingkungan, sehingga memerlukan pendekatan pengelolaan yang efektif dan berbasis data. Salah satu pendekatan yang berkembang pesat adalah pemanfaatan analisis spasial dan temporal dinamika dan distribusi pencemar udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan ilmiah terkait penggunaan analisis spasial dan temporal dalam pengelolaan kualitas udara melalui pendekatan bibliometrik. Data penelitian diperoleh dari basis data Scopus dengan rentang waktu publikasi tahun 2004 – 2025, menggunakan kata kunci “*air pollution*” OR “*air quality*” AND “*spatio temporal analysis*” AND “*management*”. Penggunaan kata kunci tersebut menghasilkan 42 artikel dan 5 *conference paper*. Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak Biblioshiny untuk mengidentifikasi tren publikasi, kolaborasi penulis, sumber jurnal, afiliasi institusi, serta perkembangan topik penelitian. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian terkait topik tersebut mengalami peningkatan signifikan sejak tahun 2023 yang ditandai dengan *annual growth rate* sebesar 15,6%, dengan dominasi topik pencemaran udara, pemantauan lingkungan, dan analisis spasial - temporal. Nilai *international co-authorship* sebesar 25% juga menegaskan topik ini bersifat lintas sektor dan lintas batas. Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai tren dan peluang pengembangan penelitian di bidang pengelolaan kualitas udara berbasis analisis spasial dan temporal.

Kata Kunci: Pengelolaan Kualitas Udara; Spasial; Temporal; Bibliometrik

ABSTRACT

Air quality degradation is a global environmental issue that has a significant impact on human health and environmental sustainability, requiring effective, data-driven management approaches. One rapidly evolving approach is the use of spatial and temporal analysis of the dynamics and distribution of air pollutants. This study aims to analyze scientific developments related to the use of spatial and temporal analysis in air quality management through a bibliometric approach. Research data were obtained from the Scopus database covering the publication period from 2004 to 2025, using the keywords “air pollution” OR “air quality” AND “spatio-temporal analysis” AND “management”. The use of these keywords yielded 42 journal articles and 5 conference papers. Bibliometric analysis was conducted using the Biblioshiny software to identify publication trends, author collaborations, journal sources, institutional affiliations, and research topic developments. The results of the analysis indicate that research on these topics has seen a significant increase since 2023, marked by an annual growth rate of 15.6%, with a dominance of topics such as air pollution, environmental monitoring, and spatio-temporal analysis. The international co-authorship rate of 25% further underscores the cross-sectoral and cross-border nature of this topic. This study provides a comprehensive overview of trends and opportunities for research development in the field of air quality management based on spatial and temporal analysis.

Keywords: Air Quality Management; Spatial; Temporal; Bibliometric

PENDAHULUAN

Penurunan kualitas udara saat ini menjadi risiko lingkungan utama bagi masyarakat global dan telah secara signifikan meningkatkan beban penyakit dunia sehingga merupakan permasalahan lingkungan yang mendesak untuk diselesaikan. Penurunan kualitas udara disebabkan oleh pengelolaan sumber emisi yang kurang efektif sehingga menghasilkan emisi gas buang seperti CO₂, NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, Pb dan O₃ yang melebihi ambang batas (*threshold*) yang telah ditetapkan (Pratama & Sofyan, 2020). Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2023, sektor industri menjadi kontributor terbesar emisi gas rumah kaca (GRK) di sektor energi dengan proporsi sebesar 42,3% yang bersumber dari penggunaan bahan bakar pada pembangkit listrik dan panas serta pada kegiatan kilang minyak. Secara spesifik, emisi karbon dioksida (CO₂) yang bersumber dari penggunaan bahan bakar fosil mencapai 56,6%, sedangkan emisi yang berasal dari penggundulan hutan, pembusukan biomassa, dan sumber lainnya tercatat sebesar 17,3%. Selain itu, metana (CH₄) memberikan kontribusi sebesar 14,3%, dinitrogen oksida (N₂O) sebesar 7,9%, gas berfluorin sebesar 1,1%, serta emisi CO₂ dari sumber lain sebesar 2,8% (IPCC, 2007).

Penurunan kualitas udara sesungguhnya telah menjadi perhatian dunia sejak puluhan tahun. Perjanjian-perjanjian internasional seperti *Vienna Convention*, *Montreal Protocol*, *The Hague Declaration*, *The Noordwijk Declaration*, UN FCCC, dan *Kyoto Protocol* yang telah disepakati oleh komunitas dunia merupakan bentuk komitmen terhadap masalah perlindungan atmosfer dan pengendalian pencemaran udara lintas batas. Perjanjian tersebut diratifikasi juga oleh Indonesia, misalnya Perjanjian *Vienna Convention* dan *Montreal Protocol* yang diratifikasi pada tanggal 13 Mei 1992 dalam bentuk Keputusan Presiden No. 23 Tahun 1992 Tentang Pengesahan *Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer dan Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer as Adjusted and Amended by the Second Meeting of the Parties* London, 27 - 29 June 1990 (Wijoyo & Prihatiningtyas, 2016). Komitmen ini didasari karena penurunan kualitas udara akibat polusi berkontribusi secara signifikan terhadap pemanasan global yang selanjutnya memicu perubahan iklim dengan berbagai dampak antara lain meningkatnya kejadian banjir, kekeringan, terganggunya ekosistem hutan dan daratan, serta berimplikasi terhadap kondisi kesehatan manusia (Suyanto, 2010). Menurut Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur & Pembangunan Kewilayahan tahun 2025, polusi udara khususnya PM_{2,5} saja telah terbukti secara ilmiah berkontribusi terhadap peningkatan risiko berbagai gangguan kesehatan, terutama ISPA dan PPOK, penyakit radiovaskular termasuk jantung iskemik, dan berpotensi menyebabkan kematian dini.

Fenomena tersebut menekankan pentingnya pengelolaan kualitas udara. Berbagai metode dan teknologi dikembangkan untuk dapat membantu pengelolaan kualitas udara, salah satunya yaitu dengan menggunakan analisis spasial dan temporal. Analisis spasial dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis komputer yang dapat menyimpan, mengelola, dan menganalisis data bereferensi geografis (Wiguna, 2017). SIG menyediakan lingkungan yang adaptif untuk mengintegrasikan data digital yang berasal dari berbagai sumber guna menganalisis hubungan statistik, baik di dalam satu lapisan peta maupun antar lapisan peta. Kegiatan pemetaan dan pemodelan polusi beserta analisisnya mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pola dan distribusi polusi (Bhunia & Ding, 2020). Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk menghitung *Land Surface Temperature* (LST) dan *Air Surface Temperature* (AST) dengan memanfaatkan data citra satelit, seperti Landsat 8 untuk menganalisis kualitas udara sebab suhu permukaan yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju reaksi kimia di atmosfer sehingga mempercepat pembentukan polutan sekunder serta menghambat dispersi polutan (Zefanya et al., 2024). Pengamatan

kualitas udara dengan analisis spasial juga dapat dilakukan dengan Tropomi (*TROPOspheric Monitoring Instrument*) yang merupakan instrumen penginderaan jauh berbasis satelit yang terdiri atas *spectral band* pada gelombang ultraviolet (UV), *visible* (VIS), *Near-infrared* (NIR), dan *Shortwave Infrared* (SWIR) yang memungkinkan pengamatan atmosfer utama seperti NO₂ (Nitrogen Dioksida), SO₂ (Sulfur Dioksida), CH₄ (Metana), CO (Karbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan aerosol dengan prakiraan mendekati waktu nyata (*Near Real time*) (Suryoprayogo et al., 2022). Selain itu, analisis spasial dapat digunakan untuk menganalisis *Urban Heat Island* (UHI) untuk mengetahui konsentrasi polutan (Nandita & Santoso, 2024). Analisis spasial dan temporal telah berkembang pesat dalam berkontribusi untuk pemantauan dan pengelolaan kualitas udara di berbagai negara di dunia. Namun demikian, kajian yang secara khusus memetakan perkembangan pemanfaatan analisis spasial-temporal dalam konteks manajemen kualitas udara masih relatif terbatas dan belum terstruktur secara komprehensif. Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan pemetaan sistematis terhadap tren publikasi, pola kolaborasi antarpeneliti, serta pengelompokan kluster tematik dalam bidang ini juga masih minim. Keterbatasan tersebut menyebabkan belum optimalnya pemahaman mengenai arah perkembangan riset dan potensi integrasi lintas disiplin dalam pengelolaan kualitas udara berbasis analisis spasial – temporal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan ilmiah terkait penggunaan analisis spasial dan temporal dalam pengelolaan kualitas udara dengan mengidentifikasi topik-topik yang berkembang dalam berbagai publikasi ilmiah. Penelitian ini diharapkan mampu menghimpun temuan-temuan baru yang telah dipublikasikan oleh para peneliti sehingga dapat diintegrasikan lebih lanjut terutama untuk pengembangan pengelolaan kualitas udara dengan memanfaatkan analisis spasial dan temporal secara lebih efektif dan efisien. Kontribusi penelitian ini yaitu mengidentifikasi tren dan dinamika pemanfaatan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara dari tahun ke tahun, sehingga mampu membuka peluang bagi penelitian baru untuk menciptakan alternatif pengelolaan kualitas udara dengan memanfaatkan analisis spasial, analisis temporal, dan intergrasinya dengan berbagai bidang keilmuan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk dapat mengidentifikasi, menganalisis, dan memvisualisasikan data. Bibliometrik merupakan kajian ilmiah yang menganalisis karakteristik kuantitatif serta pola-pola dalam literatur akademik dengan memanfaatkan metode statistik, guna mengidentifikasi struktur pengetahuan, perkembangan tren penelitian, dan tingkat pengaruh dalam suatu bidang ilmu tertentu (Wang et al., 2025). Studi bibliometrik yang dilakukan secara komprehensif dapat menjadi landasan yang kokoh untuk mengembangkan suatu bidang ilmu secara inovatif dan signifikan sebab memungkinkan beberapa kondisi yaitu a) memberdayakan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh; b) mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan; c) merumuskan gagasan penelitian baru; serta d) menempatkan kontribusi ilmiah secara tepat dalam konteks bidang keilmuan tersebut (Donthu et al., 2021). Penelitian ini menggunakan data-data yang bersumber dari *database* Scopus (<https://www.scopus.com>). Scopus dipilih karena merupakan salah satu basis data terkurasi terbesar yang menjamin publikasi dengan kualitas tinggi yang diindeks melalui proses seleksi konten yang ketat dan evaluasi berkala oleh Dewan Seleksi dan Penasihat Konten yang bersifat independen (Baas et al., 2020). Proses penelusuran artikel yang dianalisis meliputi beberapa tahapan, yaitu pencarian publikasi berdasarkan kata kunci, kompilasi data,

pengorganisasian dan pembersihan data, analisis, serta interpretasi dan visualisasi hasil. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data Scopus menggunakan kata kunci “*air pollution*” OR “*air quality*” AND “*spatio temporal analysis*” AND “*management*” yang diterapkan pada kategori judul artikel, abstrak, dan kata kunci, dengan rentang waktu publikasi antara tahun 2004 hingga 2025. Penelusuran artikel ini dilakukan pada tanggal 9 Oktober 2025. Selanjutnya, data literatur dari Scopus yang telah melalui proses penyaringan diekspor ke dalam *software* Biblioshiny (<https://www.bibliometrix.org>) dalam format CSV. Pemilihan *software* Biblioshiny sebagai perangkat lunak untuk analisis bibliometrik telah mempertimbangkan keunggulan dan keterbatasannya dibandingkan dengan perangkat lunak bibliometrik lainnya. Keunggulan dari *software* Biblioshiny yang dipertimbangkan pada penelitian ini yaitu *software* ini memungkinkan pengguna tanpa keterampilan pemrograman untuk melakukan analisis bibliometrik dengan antarmuka yang *user-friendly*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

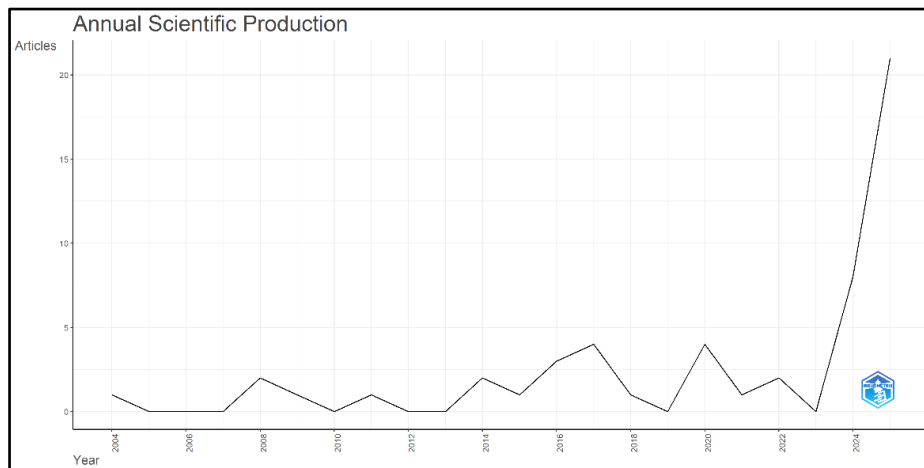
Penelusuran artikel melalui Scopus dengan penggunaan beberapa kata kunci yang relevan terkait analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara menghasilkan beberapa metadata untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan Biblioshiny. Informasi utama artikel yang telah dikumpulkan dari basis data Scopus dirangkum dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Informasi Utama Artikel yang Dikumpulkan dari Basis Data Scopus

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2004:2025
Sources (Journals, Books, etc)	32
Documents	52
Annual Growth Rate %	15.6
Document Average Age	4.25
Average citations per doc	19.02
References	494
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	1150
Author's Keywords (DE)	197
AUTHORS	
Authors	318
Authors of single-authored docs	0
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	0
Co-Authors per Doc	11.5
International co-authorships %	25
DOCUMENT TYPES	
Article	47
Conference paper	5

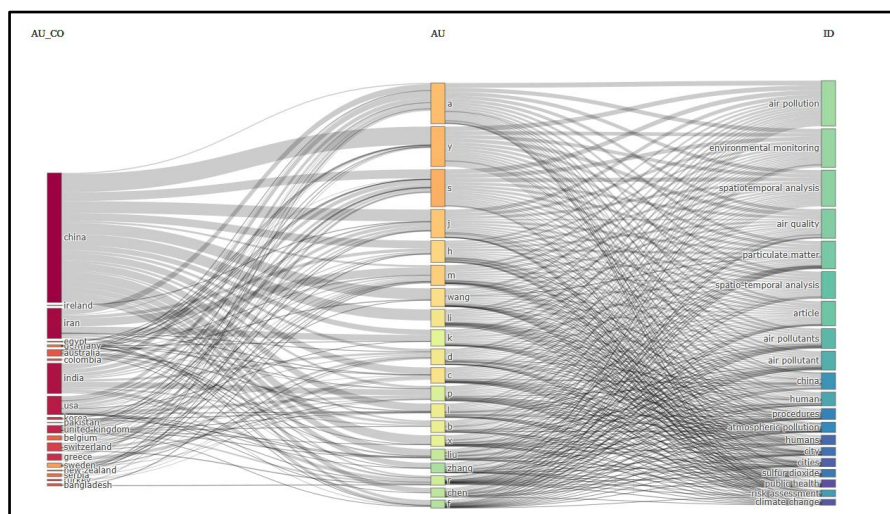
Tabel tersebut menghimpun informasi utama tentang artikel yang berkaitan dengan penggunaan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara pada rentang tahun 2004 – 2025. Penelusuran menunjukkan bahwa topik penelitian tersebut telah publikasikan ke dalam 47 artikel dan 5 *conference paper* yang bersumber dari jurnal sebanyak 32 jurnal. Jumlah ini sesungguhnya menunjukkan bahwa belum banyak penelitian yang mengangkat topik tersebut. Berbagai studi bibliometrik pada topik lainnya umumnya memiliki ratusan hingga ribuan publikasi dari hasil penelusuran melalui penggunaan kata kunci. Meski demikian, tingkat

pertumbuhan tahunan dokumen sebesar 15,6% menunjukkan bahwa pengelolaan kualitas udara dengan memanfaatkan analisis spasial dan temporal akan terus berkembang dan menjadi perhatian global terutama bagi para peneliti. Hal ini didukung dengan persentase kolaborasi internasional yang mencapai 25%. Berdasarkan informasi tersebut juga diketahui bahwa artikel dengan topik penelitian mengenai pemanfaatan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara didukung oleh basis data yang luas dan mendalam. Fakta ini dibuktikan oleh jumlah referensi yang mencapai 494 dengan penggunaan kata kunci yang beragam (1150 *Keyword Plus* dan 197 *Author's Keyword*).



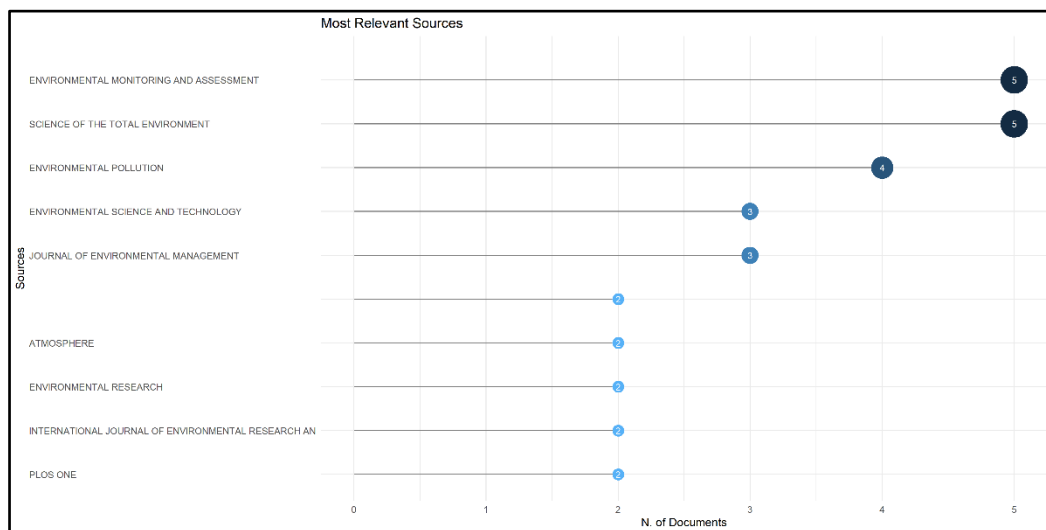
Gambar 1. Grafik produksi ilmiah tahunan

Pertumbuhan penelitian dengan topik pemanfaatan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara ditunjukkan pada **Gambar 1**. Berdasarkan grafik di atas diketahui bahwa penelitian dengan topik tersebut bersifat fluktuatif dari tahun 2004 – 2022 dengan jumlah artikel 0 – 5 dokumen, tetapi mengalami peningkatan signifikan sejak tahun 2023. Pertumbuhan penelitian dengan topik analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara secara terus-menerus meningkat hingga tahun 2024 diperoleh sejumlah 20 artikel lebih telah dipublikasikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan analisis spasial dan temporal menjadi metode analisis yang efektif untuk membantu pengelolaan kualitas udara secara global. Pertumbuhan penelitian yang signifikan ini tentu bersifat linear dengan perkembangan teknologi yang semakin maju dan komprehensif.



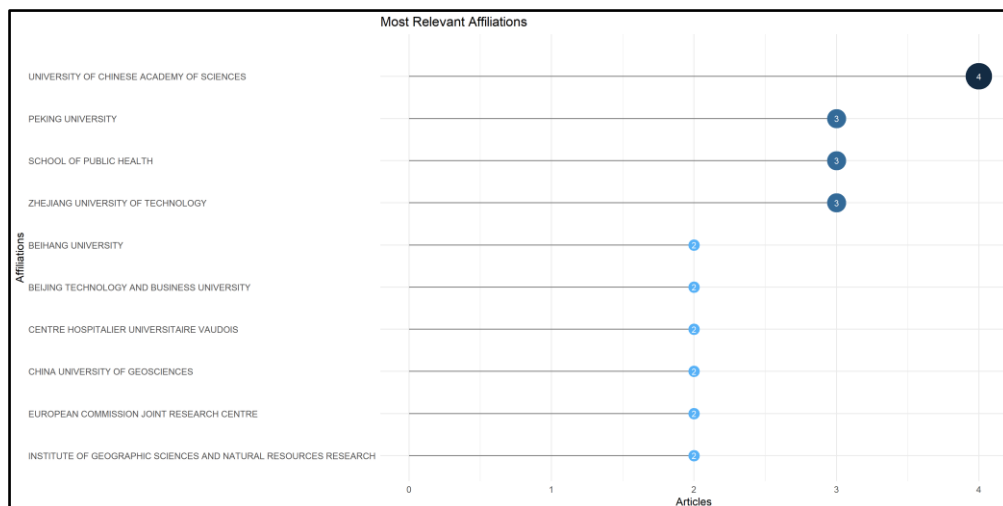
Gambar 2. Keterkaitan antara kata kunci, penulis, dan negara asal

Keterkaitan antara kata kunci, penulis, dan negara asal ditunjukkan pada **Gambar 2**. Gambar tersebut menunjukkan bahwa negara yang paling aktif dalam melakukan penelitian dengan menggunakan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara adalah negara China, Iran, India, dan USA. Meski demikian, penelitian ini dilakukan dengan kolaborasi antar peneliti dari berbagai negara. Penelitian mengenai topik tersebut muncul melalui berbagai kata kunci dengan dominasi berupa “*air pollution*”, “*environmental monitoring*”, “*spatiotemporal analysis*”, “*air quality*”, “*particulate matter*”. Data tersebut merupakan representasi dari penggunaan analisis spasial dan temporal yang dapat digunakan pada berbagai kebutuhan analisis kualitas udara baik secara spesifik untuk jenis polutan tertentu ataupun secara general. Hal ini memberikan gambaran luas tentang pengelolaan kualitas udara yang bersifat kompleks dan merupakan permasalahan lintas sektor dan lintas batas.



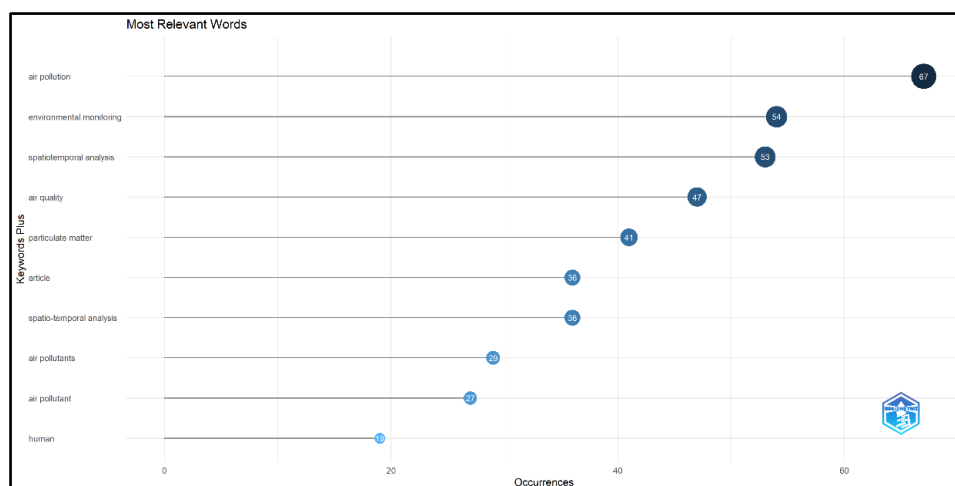
Gambar 3. Sumber referensi yang paling relevan

Sumber referensi yang paling relevan dengan topik penelitian terkait penggunaan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara dirangkum dalam **Gambar 3**. Artikel yang membahas topik penelitian tersebut didominasi oleh Jurnal *Environmental Monitoring and Assessment* sebanyak 5 artikel dan Jurnal *Science of the Total Environment* sebanyak 5 artikel. Jumlah jurnal dengan topik penelitian analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara belum terlalu banyak. Fakta ini ditunjukkan dari jumlah jurnal yang menerbitkan artikel terkait hanya sebanyak 10 jurnal. Data tersebut menandakan bahwa topik penelitian masih dapat dikembangkan lagi sehingga mampu menghasilkan teknik pengelolaan kualitas udara yang efektif, efisien, dan komprehensif.



Gambar 4. Afiliasi yang paling relevan

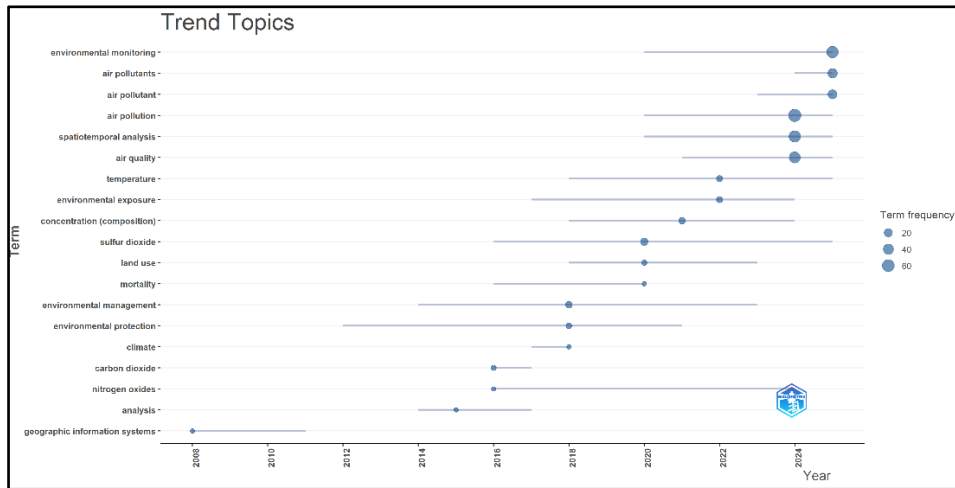
Afiliasi yang paling relevan dalam topik penelitian berupa penggunaan analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara ditunjukkan pada **Gambar 4**. Data tersebut menunjukkan peran institusi terutama institusi pendidikan dalam menunjang para peneliti mengimplementasikan analisis spasial dan temporal untuk studi-studi pengelolaan kualitas udara skala regional ataupun global. Institusi yang aktif berperan pada topik penelitian tersebut yaitu Zhejiang University of Technology dengan total 10 artikel, Beijing Normal University dengan total 9 artikel, dan University of Chinese Academy of Science dengan total 8 artikel. Informasi statistik tersebut menggambarkan bahwa institusi yang terdata memiliki minat atau ketertarikan yang tinggi untuk menelaah efektifitas analisis spasial dan temporal dalam mendukung pengelolaan kualitas udara yang menyeluruh dan berkelanjutan.



Gambar 5. Kata kunci paling relevan

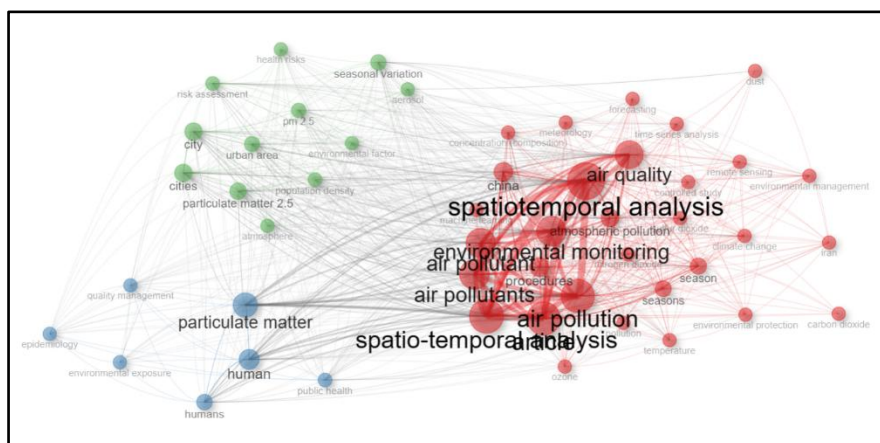
Gambar 5 menyajikan grafik yang menggambarkan kata kunci yang paling relevan dalam penelitian terkait analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara. Kata kunci “*air pollution*” menunjukkan frekuensi kemunculan tertinggi yaitu 67 kali, yang menegaskan bahwa isu pencemaran udara merupakan tema utama dalam literatur yang dianalisis. Selain itu, kata kunci “*environmental monitoring*” juga muncul dengan frekuensi yang tinggi, mencerminkan kuatnya perhatian global terhadap pentingnya monitoring lingkungan. Kata kunci “*spatiotemporal analysis*” memiliki frekuensi kemunculan sebanyak 53 kali

menunjukkan minat terhadap penggunaan analisis spasial dan temporal cukup tinggi. Kata kunci seperti “*air pollutant*” memiliki frekuensi kemunculan lebih rendah, tetapi tetap relevan karena merepresentasikan subjek penelitian secara spesifik dengan menganalisis jenis-jenis polutan tertentu.



Gambar 6. Tren topik penelitian

Grafik pada **Gambar 6** memperlihatkan bahwa topik-topik seperti *geographic information system* (GIS) dan *analysis* mulai muncul pada periode awal yaitu sekitar tahun 2008 - 2017 yang menjadi dasar bagi pengembangan kajian selanjutnya. Hal ini menunjukkan bahwa analisis spasial telah lama digunakan untuk memetakan distribusi pencemar udara dan mengidentifikasi pola keruangan kualitas udara di berbagai wilayah. Seiring berjalannya waktu, terlihat pergeseran dan penguatan topik ke arah pendekatan yang lebih terintegrasi, seperti *spatiotemporal analysis*, *air quality*, *urban area*, dan *environmental monitoring*. Kemunculan topik-topik ini pada periode yang lebih baru menandakan meningkatnya perhatian peneliti terhadap dinamika kualitas udara tidak hanya berdasarkan lokasi, tetapi juga variasi temporal, baik harian, musiman, maupun tahunan. Pendekatan spasial-temporal ini penting untuk memahami fluktuasi konsentrasi polutan serta faktor-faktor yang memengaruhinya, seperti aktivitas transportasi, pertumbuhan perkotaan, dan kondisi meteorologis. Selain itu, kemunculan kata kunci seperti *environmental exposure* dan *environmental monitoring* pada periode waktu 2018 - 2025 menunjukkan bahwa penelitian semakin berorientasi pada pemanfaatan analisis spasial dan temporal untuk monitoring kualitas udara.



Gambar 7. Visualisasi Co-ocurrence Network

Visualisasi *co-occurrence network* ditunjukkan pada **Gambar 7**. Gambar tersebut menggambarkan peran kata kunci tersebut dalam topik penelitian. Berdasarkan gambar tersebut dapat dianalisis bahwa penelitian terkait analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara pada rentang waktu 2004 – 2025 dibagi menjadi 3 (tiga) klaster. Klaster 1 merupakan kata kunci yang merepresentasikan pondasi pengembangan analisis spasial dan temporal melalui penggunaan sistem informasi geografis (SIG) untuk pengelolaan kualitas udara. Klaster 2 menunjukkan keterkaitan kata kunci pada klaster 1 terhadap analisis persebaran polutan misalnya *particulate matter* atau dampaknya terhadap kesehatan manusia. Klaster 3 merupakan gambaran kata kunci yang lebih spesifik dimana analisis spasial dan temporal digunakan untuk mengumpulkan data persebaran atau dosis polutan yang ada sehingga dapat digunakan sebagai dasar bagi pengambilan kebijakan untuk pengelolaan kota yang lebih berkelanjutan. Garis-garis yang menghubungkan node menggambarkan keterkaitan yang terjalin antara kata kunci satu dengan yang lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik, dapat disimpulkan bahwa tren penelitian mengenai analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara terus meningkat dari tahun 2023 hingga 2025. Penelitian dengan topik tersebut dapat dicari melalui berbagai kata kunci berupa “*air pollution*” OR “*air quality*” AND “*spatio temporal analysis*” AND “*management*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa topik penelitian analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas udara memiliki *annual growth rate* sebesar 15,6% dengan jumlah dokumen yang telah terpublikasi sebanyak 47 artikel dan 5 *conference paper*. Angka tersebut menunjukkan bahwa topik penelitian tersebut menarik dan dibutuhkan secara global untuk pengelolaan kualitas udara yang sifatnya lintas sektor dan lintas batas. Hal tersebut juga didukung dengan tingkat kolaborasi author sebanyak 25%. Topik penelitian analisis spasial dan temporal untuk pengelolaan kualitas masih dapat dikembangkan terutama guna menganalisis persebaran atau jumlah polutan tertentu dalam udara. Kontribusi penelitian ini yaitu memberikan referensi untuk terbukanya peluang penelitian dengan mengintegrasikan gagasan-gagasan penelitian yang telah ada sebelumnya, sehingga dapat terbentuk inovasi dan alternatif lainnya dalam pengelolaan kualitas udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada pengelola basis data Scopus sebagai sumber data utama penelitian. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada pengembang perangkat lunak Biblioshiny yang telah memfasilitasi proses analisis bibliometrik. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan, diskusi ilmiah, dan dukungan moral sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377–386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019

- Bhunias, G. S., & Ding, D. (2020). Temporal and Spatial Statistical Analysis of Ambient Air Quality of Assam (India). *Journal of the Air and Waste Management Association*, 70(8), 775–794. <https://doi.org/10.1080/10962247.2020.1772406>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kementerian Koordinator Bidang Infrastruktur & Pembangunan Kewilayahan. (2025). *Menuju Udara Bersih Jabodetabek: Sinergi Lintas Kementerian dan Daerah untuk Aksi Kolektif*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Laporan Inventarisasi Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV)*.
- Nandita, Z., & Santoso, D. H. (2024). Kajian Literatur Review Hubungan Urban Heat Island dan Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*.
- Pratama, A., & Sofyan, D. A. (2020). Analisis Dispersi Pencemar Udara PM10 Di Kota Bandung Menggunakan Wrfchem Data Asimilasi Pm10 Air Pollution Dispersion Analysis In Bandung City Using Wrfchem Data Assimilation. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 19–36. <https://doi.org/doi.org/10.5614/j.tl.2020.26.1.2>
- Suryoprayogo, H., Rahmat Iskandar, A., & Adidrana, D. (2022). Spatio-Temporal Analysis Polutan Karbon Monoksida (CO) Jakarta Selama Pandemi Menggunakan Sentinel-5P TROPOMI. *DES 2022 Journal of Informatics and Communications Technology*, 41(2), 47–054. <https://doi.org/10.52661>
- Suyanto, H. (2010). Pengelolaan Kualitas Udara di Perkotaan. *Gema Teknologi*, 16(2), 93–98. <https://doi.org/10.14710/gt.v16i2.22134>
- Wang, Y., Liu, H., Tong, B., Zhu, J., & Mei, T. (2025). Exploring greenhouse gas emission metrology research by bibliometric analysis. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.118395>
- Wiguna, D. P. (2017). Identify of Land Surface Temperature by Digital Number Conversion Method Using The Techniques Of Remote Sensing and Geography Information System. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 6(2), 59–69.
- Wijoyo, S., & Prihatiningtyas, W. (2016). Komitmen Internasional dalam Kerangka Perkembangan Dinamika Upaya Pengendalian Global Warming. *Yuridika*, 31(3), 475–498. <https://doi.org/10.20473/ydk.v31i3.4800>
- Zefanya, J. A., Ariq, M. R., Putra, R., Febrita, S., Asyrafina, T., & Khairunnisa, Z. (2024). Analisis Spasial Temporal Suhu Permukaan Udara Di Universitas Indonesia Dan Fakultas Ilmu Budaya. *Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 3(1), 26–37. <https://doi.org/10.3790/geojpg.v3i1.26092>