

Analisis Bibliometrik Terhadap Dinamika Penelitian di Bidang Geologi Ekonomi

Yana Priyana
Eastasouth Institute

Article Info

Article history:

Received Juni, 2024
Revised Juni, 2024
Accepted Juni, 2024

Kata Kunci:

Geologi Ekonomi, Analisis Bibliometrik, VOSviewer

Keywords:

Economic Geology, Bibliometric Analysis, VOSviewer

ABSTRAK

Penelitian ini menggambarkan penggunaan VOSviewer untuk menganalisis klusterisasi tema, tren penelitian, kolaborasi antar penulis, dan potensi riset dalam geologi ekonomi. Hasil analisis memperlihatkan klusterisasi tema yang mengidentifikasi fokus penelitian utama seperti sistem hidrotermal, deposit porfiri, dan eksplorasi mineral spesifik. Analisis tren menunjukkan evolusi dalam penelitian dari konsep dasar ke teknik eksplorasi canggih. Penemuan kolaborasi antar penulis menggarisbawahi pentingnya jaringan kerja sama yang kuat dalam penyebaran pengetahuan. Selanjutnya, penelitian juga mengungkapkan area riset yang kurang dieksplorasi seperti rare earth elements dan Bushveld Complex, menawarkan peluang riset yang signifikan. Studi ini menekankan pentingnya analisis bibliometrik dalam menentukan arah masa depan penelitian geologi ekonomi, memberikan wawasan penting bagi peneliti dan praktisi dalam menyusun strategi pengembangan sumber daya bumi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

ABSTRACT

This study describes the use of VOSviewer to analyze theme clustering, research trends, collaboration between authors, and research potential in economic geology. The results of the analysis show clustering of themes that identify key research focuses such as hydrothermal systems, porphyry deposits, and specific mineral exploration. Trend analysis shows an evolution in research from basic concepts to advanced exploration techniques. The discovery of collaboration between authors underscores the importance of a strong network of cooperation in the dissemination of knowledge. Furthermore, the study also revealed under-explored research areas such as rare earth elements and the Bushveld Complex, offering significant research opportunities. This study emphasizes the importance of bibliometric analysis in determining the future direction of economic geology research, providing important insights for researchers and practitioners in devising strategies for more efficient and sustainable development of earth resources.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Name: Yana Priyana

Institution: The eastasouth institute Grand Slipi Tower, level 42 Unit G-H Jl. S Parman Kav 22-24, RT. 01 RW. 04 Kel. Palmerah Kec. Palmerah Jakarta Barat 11480

Email: mrpyana@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Geologi ekonomi merupakan salah satu bidang penting yang mempelajari tentang distribusi mineral dan sumber daya alam yang memiliki nilai ekonomis (Huston & Gutzmer, 2023). Studi ini esensial dalam mendukung kegiatan eksplorasi dan pengelolaan sumber daya mineral yang berkelanjutan (Ruban et al., 2022). Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri yang terus meningkat, penelitian di bidang geologi ekonomi terus mengalami evolusi dan ekspansi (Doggett, 2022; Feinman, 2008). Analisis bibliometrik menawarkan cara sistematis untuk mengukur tren dan pola dalam korpus penelitian ini, memberikan wawasan penting tentang bagaimana bidang ini telah berkembang dari waktu ke waktu (Ali et al., 2021).

Dinamika penelitian di bidang geologi ekonomi sangat dipengaruhi oleh variabel ekonomi global, kebijakan lingkungan, dan kemajuan teknologi eksplorasi dan ekstraksi (Bodyuk, 2022; Hoal & Frenzel, 2022). Selama beberapa dekade terakhir, tantangan seperti perubahan iklim dan keberlanjutan lingkungan telah memaksa para ilmuwan untuk mengevaluasi kembali metodologi dan prioritas dalam riset geologi ekonomi (Jia & Dai, 2021; Simandl et al., 2021). Hal ini menciptakan kebutuhan untuk memahami bagaimana isu-isu global ini telah mempengaruhi fokus dan output penelitian dalam bidang ini (Moghadam et al., 2021).

Penggunaan analisis bibliometrik dalam studi ini memungkinkan identifikasi karya-karya penting, peneliti kunci, serta hubungan kolaboratif antar mereka. Pendekatan ini juga membantu dalam mengidentifikasi area-area yang masih memerlukan penelitian lebih lanjut dan potensi pengembangan untuk masa depan. Dengan memahami tren sejarah dan arah saat ini, para peneliti dan pembuat kebijakan dapat lebih baik dalam mengarahkan sumber daya dan strategi untuk inovasi serta pemanfaatan sumber daya alam (Wang et al., 2020).

Meskipun ada kemajuan yang signifikan dalam penelitian geologi ekonomi, masih terdapat kekurangan dalam studi yang mengintegrasikan pendekatan bibliometrik untuk mengevaluasi dan memvisualisasikan perkembangan ilmiah di bidang ini. Kesulitan dalam mengakses data yang komprehensif dan terintegrasi sering kali menjadi hambatan dalam melakukan analisis tren dan hubungan antar tema penelitian. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan analisis bibliometrik yang dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam tentang bagaimana penelitian di geologi ekonomi telah berkembang dan diverifikasi seiring waktu.

Riset ini bertujuan untuk melakukan analisis bibliometrik yang mendalam terhadap literatur di bidang geologi ekonomi. Fokus utama adalah untuk mengidentifikasi tren publikasi, topik penelitian utama, dan kolaborasi ilmiah antara peneliti. Tujuan ini mencakup penggunaan teknik analisis data canggih untuk memetakan dinamika penelitian geologi ekonomi, sehingga membantu memahami evolusi dan arah masa depan dari penelitian di bidang ini. Hasil dari analisis bibliometrik ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi para peneliti, pembuat kebijakan, dan praktisi di bidang geologi ekonomi. Dengan memahami tren saat ini dan masa lalu, riset ini akan membantu dalam identifikasi celah penelitian, meningkatkan kolaborasi antar peneliti, dan merumuskan strategi pengembangan sumber daya alam yang lebih efektif dan berkelanjutan. Signifikansi ini terutama penting dalam konteks meningkatnya kebutuhan untuk pengelolaan sumber daya alam yang bertanggung jawab dan efisien di seluruh dunia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Geologi Ekonomi: Definisi dan Perkembangan*

Geologi ekonomi adalah cabang geologi yang fokus pada penemuan, ekstraksi, dan pengelolaan sumber daya bumi yang memiliki nilai ekonomi, seperti mineral, batubara, minyak bumi, dan gas alam. Awalnya, geologi ekonomi hanya berkonsentrasi pada identifikasi deposit mineral, namun seiring waktu, fokusnya telah bergeser ke arah pengelolaan sumber daya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Studi oleh (Skinner, 2020) menekankan bahwa geologi ekonomi modern tidak hanya mengkaji aspek geologi dan eksplorasi sumber daya tetapi juga mencakup penilaian dampak lingkungan dan keberlanjutan ekstraksi sumber daya.

2.2 *Analisis Bibliometrik: Metodologi dan Aplikasi*

Analisis bibliometrik merupakan teknik yang digunakan untuk mengukur berbagai aspek literatur ilmiah. Hal ini meliputi analisis frekuensi publikasi, distribusi kata kunci, serta jaringan sitasi antar dokumen. (Vinkler, 2010) menyatakan bahwa analisis bibliometrik dapat membantu dalam memahami tren penelitian, dominasi topik tertentu, dan kolaborasi ilmiah. Dalam konteks geologi ekonomi, aplikasi dari analisis bibliometrik membantu dalam mengidentifikasi pergeseran topik penelitian dari waktu ke waktu dan bagaimana kebijakan atau teknologi baru mempengaruhi fokus penelitian.

2.3 *Dinamika Riset Geologi Ekonomi*

Penelitian di bidang geologi ekonomi telah mengalami pergeseran signifikan dari eksplorasi sumber daya ke arah pengelolaan yang berkelanjutan. Menurut (Brown, 2014), penelitian baru-baru ini lebih fokus pada pengurangan dampak lingkungan dan peningkatan efisiensi energi dalam proses ekstraksi mineral. Hal ini merupakan respons terhadap meningkatnya kekhawatiran global tentang perubahan iklim dan keberlanjutan. Studi bibliometrik oleh (Varley et al., 2023) mengungkapkan peningkatan signifikan dalam publikasi yang berkaitan dengan teknologi ramah lingkungan dalam dekade terakhir.

2.4 *Implikasi Kebijakan dan Kolaborasi Internasional*

Dalam konteks kebijakan, hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa terdapat peningkatan publikasi yang berkaitan dengan regulasi dan kebijakan mineral di banyak negara. Riset oleh (Cheng et al., 2018) menyoroti bagaimana perubahan kebijakan di China dan Australia mempengaruhi penelitian dan praktek di lapangan. Kolaborasi internasional juga tampak meningkat, yang ditunjukkan oleh jumlah co-authorship antar negara dalam publikasi terkait geologi ekonomi. Penelitian ini menunjukkan pentingnya kerja sama global dalam mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan sumber daya alam.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik untuk mempelajari dinamika penelitian di bidang geologi ekonomi. Data untuk analisis ini dikumpulkan dari basis data ilmiah terkemuka seperti Google Scholar, meliputi publikasi dari tahun 1889 hingga 2024. Kriteria inklusi terfokus pada artikel yang mengandung kata kunci seperti "geologi ekonomi", "eksplorasi mineral", dan "keberlanjutan dalam pertambangan". Alat analisis bibliometrik seperti VOSviewer dan CiteSpace digunakan untuk memetakan jaringan sitasi, menganalisis tren kata kunci, dan mengidentifikasi artikel serta peneliti yang paling berpengaruh di bidang ini. Langkah-langkah analisis mencakup pemurnian data, penyusunan kategorisasi topik, dan visualisasi hubungan antar penelitian, yang bertujuan untuk mendapatkan wawasan mendalam tentang tren penelitian dan potensi arah baru di masa depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Data Matrik Literatur*

Tabel 1. Data Matrik Literatur

Publication years:	1889-2024
Citation years:	135 (1889-2024)
Papers:	980
Citations:	208298
Cities/year:	1542.45
Cities/author:	111212.76
Papers/author:	460.69
Authors/paper	2.79
h-index:	245
g-index:	377
hI,Norm	161
hI,annual	1.19
hA-index	32
Papers with ACC >= 1,2,3,10,20:	952,933,659,300,77

Sumber: Output Publish or Perish, 2024

Tabel 1 menyajikan matriks literatur yang merangkum analisis bibliometrik dari publikasi di bidang tertentu dari tahun 1889 hingga 2024. Selama periode 135 tahun ini, terdapat total 980 publikasi yang menghasilkan 208,298 sitasi, dengan rata-rata 1542.45 sitasi per tahun dan 111,212.76 sitasi per penulis, menunjukkan pengaruh yang signifikan dan produktivitas tinggi dalam bidang tersebut. Setiap penulis rata-rata menghasilkan 460.69 publikasi, dan setiap makalah memiliki rata-rata 2.79 penulis, menandakan kolaborasi yang kuat di antara peneliti. Indeks h mencapai 245 dan indeks g mencapai 377, yang menunjukkan bahwa publikasi di bidang ini seringkali banyak disitir dan memiliki dampak ilmiah yang tinggi. Selanjutnya, hI,Norm adalah 161 dan hI,annual adalah 1.19, yang mengindikasikan bahwa peneliti dalam bidang ini memiliki kinerja sitasi yang konsisten dan berkelanjutan sepanjang karir mereka. hA-index adalah 32, yang lebih lanjut mengkonfirmasi kekuatan dan kedalaman sitasi. Dari semua makalah, sebagian besar (952) telah disitir setidaknya satu kali, dan jumlah makalah yang mendapatkan 10 atau lebih sitasi adalah 300, menunjukkan bahwa sebagian besar pekerjaan memiliki relevansi dan pengakuan yang luas dalam komunitas ilmiah.

4.2 Analisis Kutipan

Tabel 2. 10 Literatur dengan Kutipan Tertinggi

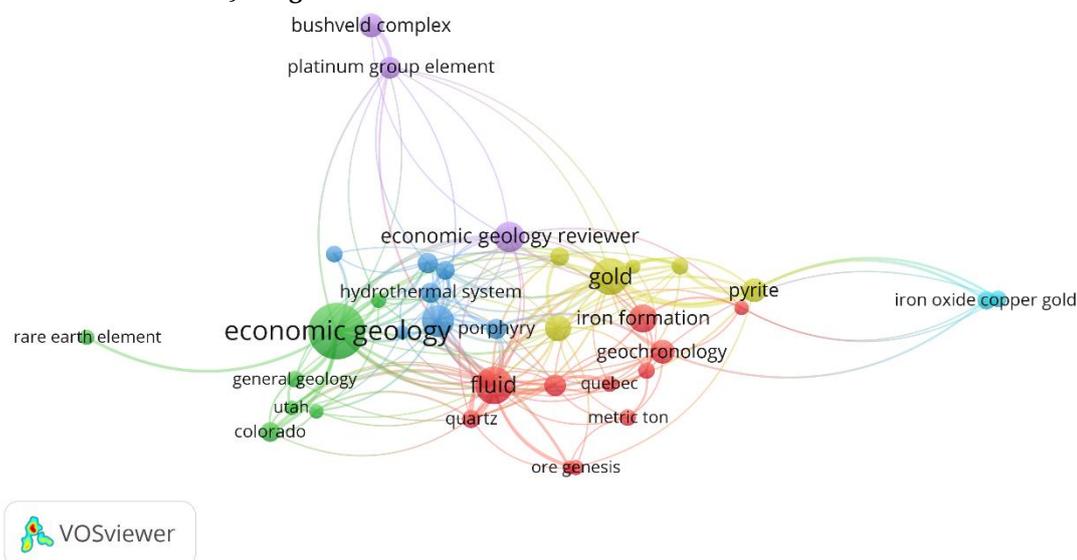
Citation	Authors	Title
6843	(Matheron, 1963)	Principles of geostatistics
3767	(Sillitoe, 2010)	Porphyry copper systems
2043	(Ohmoto, 1972)	Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits
1796	(Grant, 1986)	The isocon diagram; a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration
1291	(Gustafson & Hunt, 1975)	The porphyry copper deposit at El Salvador, Chile
1249	(Richards, 2003)	Tectono-magmatic precursors for porphyry Cu-(Mo-Au) deposit formation
1248	(Hedenquist et al., 1998)	Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system; Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines
1211	(Groves et al., 2003)	Gold deposits in metamorphic belts: overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance
1178	(Cooke et al., 2005)	Giant porphyry deposits: characteristics, distribution, and tectonic controls

1138	(James, 1954)	Sedimentary facies of iron-formation
------	---------------	--------------------------------------

Sumber: Output Publish or Perish, 2024

Tabel 2 menampilkan sepuluh literatur dengan jumlah sitasi tertinggi dalam studi geologi ekonomi, menyoroti karya-karya yang telah memberikan kontribusi signifikan dalam memahami dan mengembangkan konsep di bidang ini. Karya teratas, "Principles of geostatistics" oleh G Matheron, merupakan literatur paling berpengaruh dengan 6843 sitasi, menandakan pentingnya geostatistik dalam geologi ekonomi. RH Sillitoe menduduki posisi kedua dengan 3767 sitasi untuk karyanya pada "Porphyry copper systems," menunjukkan peran kritis sistem tembaga porfiri dalam ekonomi mineral. Literatur lainnya mencakup berbagai topik dari isotop sulfur dan karbon dalam deposit bijih hidrotermal oleh H Ohmoto, hingga pengaruh tectono-magmatik dalam formasi deposit Cu-(Mo-Au) porfiri oleh JP Richards. Penelitian-penelitian ini beragam tetapi semuanya memfokuskan pada elemen-elemen kunci dalam geologi ekonomi, seperti proses metasomatik, deposit emas dalam sabuk metamorfik, dan kontrol tektonik terhadap deposit porfiri raksasa. Karya-karya ini tidak hanya sering dikutip karena memberikan pemahaman dasar yang mendalam tentang proses-proses geologis tetapi juga karena relevansinya dalam eksplorasi dan pengelolaan sumber daya mineral.

4.3 Visualisasi Jaringan Tema



Gambar 1. Visualisasi Jaringan

Sumber: Data Diolah, 2024

Gambar pertama yang ditampilkan adalah peta bibliometrik yang menggunakan VOSviewer untuk menggambarkan klusterisasi tema dalam penelitian geologi ekonomi. Dari visualisasi tersebut, kita dapat melihat beberapa kluster utama yang menandakan fokus penelitian yang berbeda dalam bidang ini:

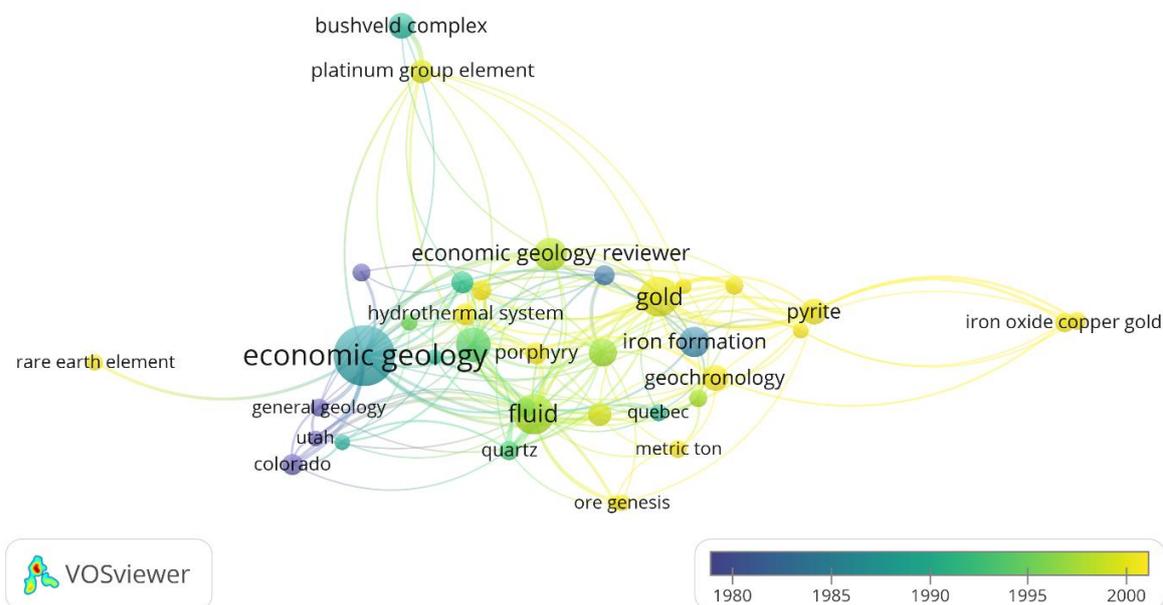
Tabel 3. Klusterisasi Tema

Klaster	Item
Klaster hijau	"economic geology", "general geology", "Utah", "Colorado", "rare earth element"
Klaster Merah	"fluid", "iron formation", "geochronology", "Quebec", "metric ton", "ore genesis", "quartz"
Klaster Biru	"hydrothermal system", "porphyry", "iron oxide", "copper gold".
Klaster Kuning	"gold", "pyrite"
Klaster Ungu	"economic geology reviewer", "platinum group element", "bushveld complex"

Sumber: Data Diolah, 2024

Tabel 3 mengklasifikasikan tema penelitian dalam geologi ekonomi ke dalam lima klaster yang berbeda, masing-masing dengan fokus tematik yang spesifik. Klaster Hijau berkonsentrasi pada "economic geology" dan "general geology", dengan penelitian geografis di "Utah" dan "Colorado", serta penekanan pada "rare earth element", menandakan studi geologi ekonomi yang luas yang mencakup penelitian tentang elemen tanah jarang yang penting. Klaster Merah fokus pada proses geologis yang melibatkan "fluid", "iron formation", dan "ore genesis", serta metode "geochronology" untuk menentukan usia batuan dan mineral, dengan penelitian yang sering terjadi di "Quebec". Klaster Biru mengidentifikasi sistem "hydrothermal" dan deposit "porphyry", yang umum dalam penemuan "iron oxide" dan "copper gold", menunjukkan kajian mendalam pada pembentukan deposit mineral hidrotermal. Klaster Kuning lebih spesifik ke mineral "gold" dan "pyrite", menunjukkan fokus pada penelitian mineral berharga. Akhirnya, Klaster Ungu berfokus pada review "economic geology" dan khususnya pada "platinum group element" dan "bushveld complex", yang penting untuk pertambangan dan pengolahan platinum. Secara keseluruhan, tabel ini menggambarkan keragaman dan kedalaman penelitian dalam geologi ekonomi, menyoroti berbagai aspek dari sumber daya bumi dan teknik eksplorasinya.

4.4 Analisis Tren Penelitian



Gambar 2. Visualisasi Overlay
 Sumber: Data Diolah, 2024

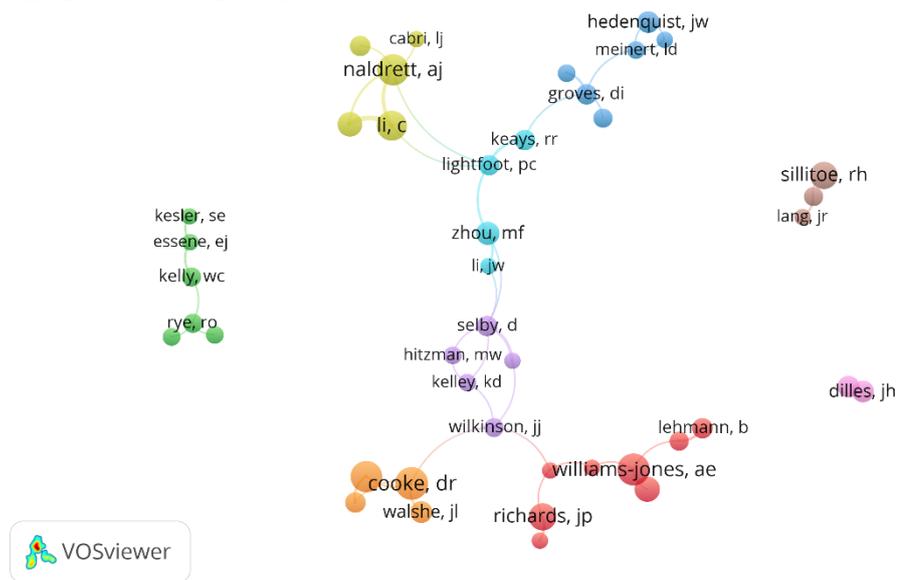
Gambar 2 ini menunjukkan visualisasi bibliometrik dengan VOSviewer yang menggambarkan tren penelitian dalam geologi ekonomi dari tahun 1980 hingga 2000. Visualisasi ini menggambarkan hubungan antara topik dan fokus penelitian yang berkembang selama periode tersebut, dengan skala warna yang merepresentasikan waktu dari biru tua (tahun-tahun awal) ke kuning (tahun-tahun terakhir). Dari gambar tersebut, kita dapat melihat beberapa tren dan pergeseran dalam fokus penelitian:

1. Tahun 1980-an (warna biru), pada dekade ini, fokus tampaknya lebih umum dan terkait dengan konsep dasar seperti "economic geology", "general geology", dan "utah". Ini menunjukkan bahwa pada periode ini, dasar-dasar geologi ekonomi dan pemahaman tentang sistem hidrotermal sedang dikembangkan.
2. Tahun 1990-an (warna hijau), dalam dekade ini, penelitian mulai bercabang ke topik yang lebih spesifik seperti "iron formation" dan "geochronology". Hal ini menunjukkan peningkatan minat dalam memahami formasi geologis dan usia dari deposit mineral, serta penggunaan metode penanggalan dalam geologi ekonomi.

- Mendekati tahun 2000 (Warna Kuning): Di akhir periode yang tergambarkan, penelitian tampaknya lebih terfokus pada mineral spesifik seperti "iron oxide copper gold" dan "pyrite", serta konsep seperti "ore genesis" yang mengeksplorasi asal-usul pembentukan bijih. Penekanan pada jenis-jenis mineral tertentu dan proses pembentukan mereka menunjukkan spesialisasi yang lebih dalam dan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi ekonomi dari berbagai deposit mineral.

Gambar tersebut menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun, komunitas ilmiah dalam geologi ekonomi bergerak dari pemahaman umum dan dasar ke penjajakan yang lebih mendetail dan spesifik tentang proses-proses geologis tertentu, deposit mineral, dan teknologi eksplorasi yang berkaitan. Ini menandakan kemajuan ilmiah yang signifikan dalam memahami dan memanfaatkan sumber daya bumi.

4.5 Kolaborasi Antar Peneliti

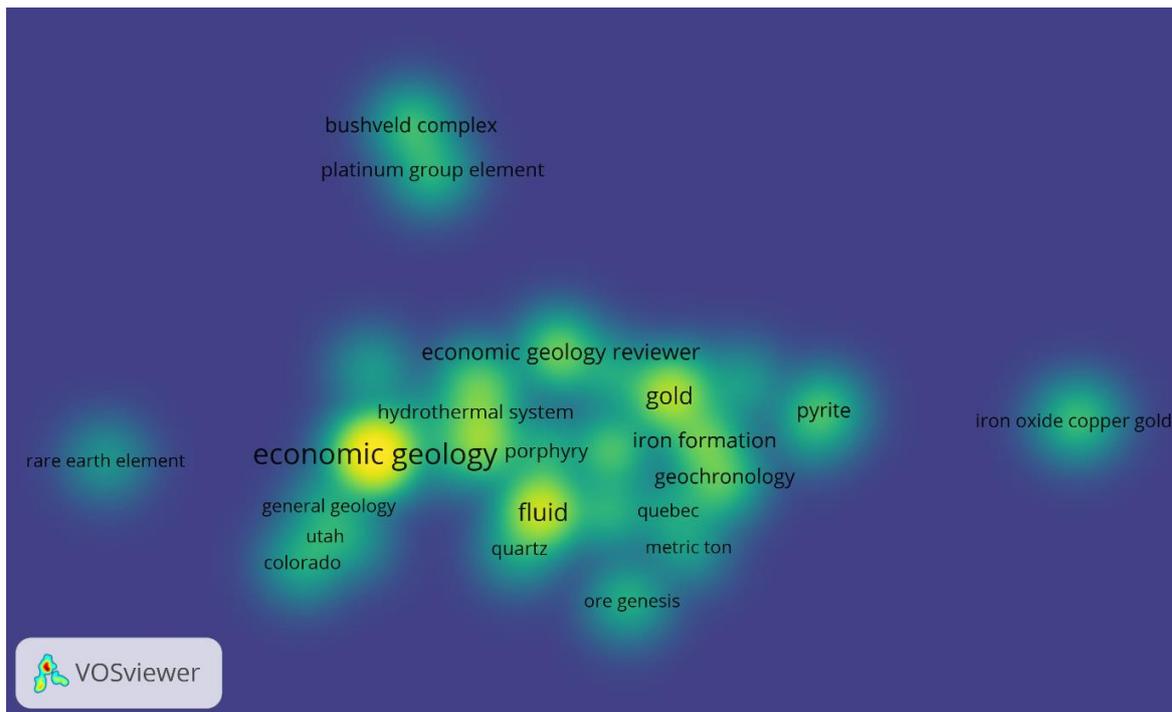


Gambar 3. Kolaborasi Peneliti

Sumber: Data Diolah, 2024

Gambar ketiga yang ditampilkan di atas adalah visualisasi kolaborasi antara peneliti dalam bidang geologi ekonomi, menggunakan peta jaringan dari VOSviewer. Di dalam visualisasi ini, masing-masing node mewakili seorang peneliti dan warna node menunjukkan kelompok kolaborasi yang berbeda, sedangkan garis yang menghubungkan node menandakan kolaborasi antara peneliti tersebut. Kelompok warna kuning (seperti Naldrett, AJ dan Cabri, LJ) mungkin berfokus pada aspek tertentu dari geologi ekonomi, sementara kelompok biru (seperti Hedenquist, JW dan Meinert, LD) dan merah muda (seperti Dilles, JH) mungkin mengeksplorasi topik lain. Koneksi antar peneliti menunjukkan kolaborasi dalam penelitian, sering kali dalam bentuk ko-penulisan dalam publikasi atau proyek bersama. Hal ini mengindikasikan adanya jaringan kerja sama yang kuat antara para peneliti, yang memperkaya pengetahuan dan inovasi dalam bidang tersebut melalui berbagai perspektif dan keahlian yang mereka bawa.

4.6 Identifikasi Peluang Penelitian



Gambar 4. Visualisasi Densitas
 Sumber: Data Diolah, 2024

Gambar 4 ini menunjukkan peta panas atau heat map dari VOSviewer yang mengeksplorasi topik-topik utama dalam geologi ekonomi. Dalam visualisasi ini, kepadatan warna dari biru (rendah) ke hijau (tinggi) menunjukkan intensitas riset yang berhubungan dengan setiap topik. Kepadatan tinggi pada topik seperti "economic geology", "hydrothermal system", dan "gold" menandakan bahwa ini adalah area penelitian yang sudah sangat dikembangkan dengan banyak publikasi dan penelitian yang dilakukan. Selain itu, topik "gold" dan "pyrite" sangat terfokus, yang mengindikasikan banyaknya penelitian yang terkait dengan ekstraksi dan pengolahan mineral ini.

Area redup seperti di sekitar "bushveld complex" dan "platinum group element" menunjukkan bahwa meskipun topik ini penting, mungkin kurang mendapat perhatian atau masih dalam tahap awal penelitian dibandingkan dengan topik utama lainnya. Topik "rare earth element" juga tampak redup, menandakan bahwa ada ruang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini. Penelitian mengenai rare earth elements sangat relevan saat ini, mengingat pentingnya mereka dalam berbagai aplikasi teknologi dan industri. "General geology" di Colorado dan Utah mungkin menunjukkan bahwa ada potensi untuk studi geologi lebih rinci atau spesifik di lokasi ini, yang dapat melibatkan studi kasus tentang penemuan atau ekstraksi mineral tertentu.

Mengingat kebutuhan global yang tumbuh untuk platinum dalam aplikasi seperti katalisator otomotif dan peralatan elektronik, penelitian lebih lanjut tentang deposit di Bushveld Complex (salah satu sumber utama dunia) dapat sangat berharga. Selain itu, fokus pada penemuan, pemetaan, dan pengembangan teknologi ekstraksi yang lebih efisien untuk rare earth elements di daerah yang kurang diteliti dapat menjadi sangat penting, mengingat peran mereka dalam teknologi bersih dan pertahanan. Melakukan studi kasus geologi terperinci di Colorado dan Utah dapat mengungkapkan potensi baru untuk ekstraksi mineral atau bisa juga memberikan wawasan baru tentang sejarah geologi di wilayah tersebut.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari analisis visual menggunakan VOSviewer terhadap klusterisasi tema, tren penelitian, kolaborasi peneliti, dan potensi riset dalam bidang geologi ekonomi mengungkapkan

beberapa hal penting. Pertama, klusterisasi tema menunjukkan bahwa ada sejumlah fokus penelitian yang spesifik, seperti sistem hidrotermal dan deposit porfiri, yang mendominasi studi terkini. Kedua, tren penelitian menunjukkan evolusi dari konsep dasar geologi ekonomi menuju eksplorasi spesifik mineral tertentu dan teknologi eksplorasi yang lebih canggih, terutama pada akhir abad ke-20. Ketiga, kolaborasi antara penulis teridentifikasi sebagai faktor penting dalam pengembangan dan penyebaran pengetahuan di bidang ini, dengan jaringan kerja sama yang luas menandakan pertukaran ide yang kaya. Terakhir, area dengan intensitas riset yang lebih redup, seperti penelitian pada rare earth elements dan Bushveld Complex, menunjukkan peluang riset yang belum tergali yang bisa memberikan kontribusi besar terhadap kemajuan ilmiah dan aplikasi praktis dalam geologi ekonomi. Ini menggarisbawahi pentingnya terus mendorong batas-batas penelitian dalam mencari pemahaman yang lebih dalam dan aplikasi praktis dari sumber daya geologi yang berharga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, R. K., Qadaryati, N., & Kurniawan, R. W. (2021). Analisis Penilaian Situs Geologi Sebagai Peluang Pengembangan Geowisata di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Pariwisata*, 26(1), 70–85.
- Bodyuk, A. (2022). Subsantion of economic resource geology. *Problems of Innovation and Investment Development*. <https://doi.org/10.33813/2224-1213.28.2022.19>
- Brown, M. (2014). The contribution of metamorphic petrology to understanding lithosphere evolution and geodynamics. *Geoscience Frontiers*, 5(4), 553–569.
- Cheng, M., Adekola, O. A., Shah, M., & Valyrakis, M. (2018). Exploring Chinese students' experience of curriculum internationalisation: a comparative study of Scotland and Australia. *Studies in Higher Education*, 43(4), 754–768.
- Cooke, D. R., Hollings, P., & Walshe, J. L. (2005). Giant porphyry deposits: characteristics, distribution, and tectonic controls. *Economic Geology*, 100(5), 801–818.
- Doggett, M. (2022). Mineral economics and the business of mineral supply. *SEG Newsletter*, 131, 25–39.
- Feinman, G. (2008). Economic Archaeology. In *Encyclopedia of Archaeology* (pp. 1114–1120). <https://doi.org/10.1016/B978-012373962-9.00094-7>
- Grant, J. A. (1986). The isocon diagram; a simple solution to Gresens' equation for metasomatic alteration. *Economic Geology*, 81(8), 1976–1982.
- Groves, D. I., Goldfarb, R. J., Robert, F., & Hart, C. J. R. (2003). Gold deposits in metamorphic belts: overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance. *Economic Geology*, 98(1), 1–29.
- Gustafson, L. B., & Hunt, J. P. (1975). The porphyry copper deposit at El Salvador, Chile. *Economic Geology*, 70(5), 857–912.
- Hedenquist, J. W., Arribas, A., & Reynolds, T. J. (1998). Evolution of an intrusion-centered hydrothermal system; Far Southeast-Lepanto porphyry and epithermal Cu-Au deposits, Philippines. *Economic Geology*, 93(4), 373–404.
- Hoal, K. E. O., & Frenzel, M. (2022). Ores drive operations—Economic geology is the foundation of geometallurgy. *SEG Newsletter*, 129, 30–43.
- Huston, D., & Gutzmer, J. (2023). *Isotopes in Economic Geology, Metallogenesis and Exploration*. Springer Nature.
- James, H. L. (1954). Sedimentary facies of iron-formation. *Economic Geology*, 49(3), 235–293.
- Jia, R., & Dai, L. (2021). Analysis of economic benefits of mineral resources development ecological environment based on ecological footprint. *Arabian Journal of Geosciences*, 14, 1–19.
- Matheron, G. (1963). Principles of geostatistics. *Economic Geology*, 58(8), 1246–1266.
- Moghadam, A. R., Lotfi, M., Jafari, M. R., Ardalan, A. A., Moghaddam, M. P., & Yazdi, A. (2021). Economic Geology, Petrology and Environmental of Copper Ore Deposits of Chagho in South West Karaj. *Revista Geoaraguaia*, 11(1), 7–26.
- Ohmoto, H. (1972). Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits. *Economic Geology*, 67(5), 551–578.
- Richards, J. P. (2003). Tectono-magmatic precursors for porphyry Cu-(Mo-Au) deposit formation. *Economic Geology*, 98(8), 1515–1533.
- Ruban, D. A., Ermolaev, V. A., & van Loon, A. J. (2022). Better Understanding of Geoheritage Challenges within the Scope of Economic Geology: Toward a New Research Agenda. *Heritage*, 6(1), 365–373.

- Sillitoe, R. H. (2010). Porphyry copper systems. *Economic Geology*, 105(1), 3–41.
- Simandl, L., Simandl, G. J., & Paradis, S. (2021). Economic Geology Models 5. Specialty, critical, battery, magnet and photovoltaic materials: Market facts, projections and implications for exploration and development. *Geoscience Canada*, 48(2), 73–92.
- Skinner, W. (2020). Wine, geology mapping and the value of place in McLaren Vale. *The Australian Journal of Anthropology*, 31(1), 85–100.
- Varley, P. R., Buchanan, D., Bilderback, A., Wisniewski, M. K., Johannig, J., Nelson, J. B., Johnson, J. T., Minnier, T., & Hall, D. E. (2023). Association of routine preoperative frailty assessment with 1-year postoperative mortality. *JAMA Surgery*, 158(5), 475–483.
- Vinkler, P. (2010). Indicators are the essence of scientometrics and bibliometrics: Comments to the book entitled “Bibliometrics and Citation Analysis, From the Science Citation Index to Cybermetrics” from Nicola De Bellis. *Scientometrics*, 85(3), 861–866.
- Wang, X., Xu, Z., & Škare, M. (2020). A bibliometric analysis of Economic Research-Ekonomska Istra zivanja (2007–2019). *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 33(1), 865–886.