

TREN PENELITIAN STRUKTUR TEKTONIK INDONESIA 2001-2020: SEBUAH PENDEKATAN BIBLIOMETRIK

Rulina Rachmawati dan Tupan
Pusat Data dan Dokumentasi Ilmiah - LIPI
Email : lin1405100014@gmail.com

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian publikasi struktur tektonik Indonesia meliputi pertumbuhan jumlah publikasi, topik penelitian utama (termasuk metode penelitian yang digunakan dan wilayah geografis yang banyak dikaji), pertumbuhan topik penelitian, sumber publikasi, afiliasi institusi dan negara, serta kolaborasi peneliti nasional dengan internasional. Metode bibliometrik digunakan untuk menganalisis publikasi yang terindeks pada *database* Scopus dari tahun 2001-2020. Software VosViewer digunakan untuk memvisualisasikan kata kunci dan mengetahui topik penelitian utama, metode, dan wilayah geografis penelitian. Tren pertumbuhan topik penelitian diperoleh melalui analisis konten dan pengelompokan secara manual kedalam topik penelitian utama. Sumber publikasi, afiliasi, dan kolaborasi dianalisis secara statistik deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah publikasi struktur tektonik Indonesia mengalami peningkatan dalam satu dekade terakhir. Terdapat empat topik penelitian utama: (1) struktur tektonik pada *subduction* atau *fault zone* dalam kaitannya dengan aktivitas seismik ataupun pergeseran tektonik (metode: *tomography* dan GPS; lokus: Sumatera dan Jawa Tengah); (2) proses fisika pada *magma plumbing system* dan evolusi magma (*magma differentiation*) (metode: analisis *geochemistry*, *petrology*, *isotopic ratio*, *petrography*; lokus: Pulau Jawa (Jawa Timur dan Jawa Tengah, terutama Gunung Merapi)); (3) evolusi struktur tektonik yang disebabkan tumbukan lempeng benua (metode: *stratigraphy*, *biostratigraphy*, *geochronology*; lokus: *Banda arc*, *Lesser Sunda Islands* dan Sulawesi); dan (4) proses magmatik atau sedimentologi yang dipengaruhi crustal pada *subduction zone* (metode: analisis *isotopic composition* dan *igneous geochemistry*; lokus: Jawa Barat). Publikasi struktur tektonik Indonesia paling banyak dimuat di *Geophysical Journal International*, namun *Gondwana Research* memiliki skor sitasi yang lebih tinggi. Institusi yang paling produktif adalah Institut Teknologi Bandung dan negara penghasil publikasi yang paling dominan adalah Indonesia diikuti oleh UK dan Australia. Publikasi lebih banyak dihasilkan melalui kolaborasi peneliti nasional dan internasional, namun jumlah peneliti nasional yang menjadi penulis pertama masih cukup rendah (22%).

Kata kunci: Indonesia, struktur tektonik, bibliometrik, VosViewer, statistik-deskriptif

Abstract

This paper aims to analyze the research trend of publications of Indonesia's tectonic settings, which consist of the growth of publication numbers, the main research topics (including the used research methods and the most researched geographic area), the growth of the research topics, the source of publications, the institutional and country affiliations, and the collaboration between national and international researchers. A bibliometric method was used to analyze publications indexed by Scopus database from 2001 to 2020. VosViewer software was used to visualize the keyword map and to find the main research topics, the methods and the geography of the research. The growth of the research topics was analyzed manually through a content analysis and classification into the main research topics. The publication sources, the affiliations and the collaborations were analyzed statistic-descriptively. The result shows that there is an increase on the number of Indonesia's tectonic settings publications within the last decade. There are four main research topics: (1) tectonic structure on subduction or fault zone in relation to seismic activities or tectonic slips (method: tomography and GPS; locus: Sumatera and Central Java); (2) physical processes beneath the magma plumbing systems and magma evolution (magma differentiation) (method: geochemistry, petrology, isotopic ratio, petrography analysis; locus: Java (East and Central Java, especially Mount Merapi); (3) tectonic

structure evolution caused by arc-continent collision (method: stratigraphy, biostratigraphy, geochronology analysis; locus: Banda arc, Lesser Sunda Islands and Sulawesi); (4) magmatic processes or sedimentology in relation to crustal of the subduction zone (method: isotopic composition and igneous geochemistry analysis; locus: West Java). Most publications are published on Geophysical Journal International, but Gondwana Research shows a higher citation score. Bandung Institute of Technology is the most productive institution, while Indonesia is the most productive publication country followed by the UK and Australia. Most publications are resulted from collaborations of national and international researchers, however the number of national researchers as the first writer is relatively low (22%).

Keywords: Indonesia, tectonic settings, bibliometric, VosViewer, statistic- descriptive

Pendahuluan

Wilayah Kepulauan Indonesia memiliki *setting* geologi yang aktif dan kompleks. Posisi Indonesia yang terletak diantara tiga tumbukan lempeng benua (sabuk gempa Pasifik), yaitu Indo-Australia disebelah selatan, Eurasia di utara, dan Pasifik disebelah timur, menjadikan wilayah Indonesia sangat aktif secara tektonik (Royani, Rahayu dan Yuliati 2019). Struktur tektonik berkaitan erat dengan struktur crustal bumi dan proses-proses skala besar yang terjadi pada crustal. Dengan banyaknya peristiwa seismik dan vulkanik besar seperti gempa bumi dan tsunami serta gunung meletus di wilayah Indonesia, penelitian yang mengkaji perubahan pada struktur tektonik maupun proses-proses crustal bumi telah mengalami perkembangan pesat.

Berkembangnya penelitian terkait struktur tektonik ini memerlukan suatu metode analisis yang dapat memetakan sejumlah besar literatur ilmiah. Metode bibliometrik merupakan salah satu metode penelitian bidang ilmu perpustakaan yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut. Bibliometrik dapat digunakan untuk menganalisis tren topik penelitian, pertumbuhan jumlah penelitian dan pola kepengarangan publikasi (Van Nunen et al., 2018). Metode ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi performa lembaga serta memberi input bagi peneliti terhadap tantangan dan potensi topik penelitian (Wang et al., 2014).

Di bidang fisika bumi, beberapa penelitian bibliometrik terkait topik kebencanaan telah dilakukan. Liu et al. (2012) menggunakan metode bibliometrik untuk menganalisis performa penelitian mengenai gempa bumi dari tahun 1900-2010 yang terindeks di database bibliografi SCI dan SSCI. Liu et al. menemukan bahwa terdapat pertumbuhan jumlah dan kolaborasi penelitian gempa bumi. Hasil analisis bibliometrik juga menunjukkan peneliti, institusi dan negara yang paling terdepan dalam penelitian tentang gempa bumi. Camargo et al. (2019) mereview literatur terkait bencana

geologi kelautan (*marine geohazards*) menggunakan pendekatan review berbasis bibliometrik. Camargo et al. menganalisis publikasi yang terindeks di *Web of Science* and *Scopus* dengan tujuan untuk mengetahui perubahan tren topik publikasi serta mendiskusikan tantangan dan langkah kolaborasi yang harus diambil pemerintah dalam meningkatkan penelitian dibidang mitigasi bencana kelautan. Metode bibliometrik juga digunakan Gizzi (2015) dalam memetakan publikasi terkait sistem Patahan San Andreas. Gizzi memetakan publikasi yang terindeks di *database Web of Science* berdasarkan jenis dokumen dan Bahasa, sumber jurnal, kategori subyek, peneliti, negara, institusi, dan kata kunci guna mengetahui topik yang potensial untuk dikaji dimasa depan dan meningkatkan kolaborasi riset. Royani, Rahayu dan Yuliati (2019) menggunakan metode yang sama dalam menganalisis jurnal *Geologi dan Sumberdaya Mineral Tahun 2014 – 2018*. Penelitian Royani, Rahayu dan Yuliati bertujuan untuk mengetahui tren penelitian, tingkat kolaborasi penulis, produktivitas penulis dan institusi. Secara umum, metode bibliometrik dapat digunakan untuk memberikan gambaran makroskopis perkembangan penelitian ilmiah dari suatu disiplin ilmu.

Meskipun metode bibliometrik telah banyak digunakan dalam analisis publikasi bidang fisika bumi, penelitian bibliometrik yang khusus menganalisis tren penelitian mengenai struktur tektonik di Indonesia belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian meliputi pertumbuhan jumlah publikasi, topik penelitian utama (beserta metode penelitian yang digunakan dan wilayah geografis yang banyak dikaji), sumber publikasi, afiliasi institusi dan negara, serta kolaborasi peneliti nasional dan internasional. Informasi yang disajikan dalam kajian ini akan berkontribusi dalam (1) memberikan gambaran, khususnya bagi peneliti bidang fisika bumi, mengenai tren perkembangan penelitian struktur tektonik di



wilayah Indonesia, (2) menginformasikan kepada peneliti sumber publikasi yang banyak memuat penelitian mengenai struktur tektonik, (3) memberikan masukan bagi peneliti terkait institusi dan negara yang mendominasi penelitian struktur tektonik Indonesia, serta bagaimana kolaborasi peneliti nasional dan internasional dalam penelitian struktur tektonik Indonesia.

Kajian Pustaka

1. Metode Bibliometrik

Analisis bibliometrik merupakan sebuah teknik yang dapat memberikan gambaran makroskopis dari sejumlah besar literatur ilmiah. Melalui sebuah analisis kuantitatif histori publikasi, bibliometrik dapat memetakan karakteristik dan perkembangan publikasi ilmiah dalam suatu bidang penelitian spesifik. Metode bibliometrik juga dapat digunakan untuk menilai performa dan pola-pola kepenelitian dari penulis, jurnal, negara dan institusi, dan dapat juga digunakan untuk mengidentifikasi pola kerjasama diantara mereka. Penulis dan publikasi yang berpengaruh, jurnal inti, negara dan institusi yang dominan dalam suatu bidang penelitian juga dapat diidentifikasi. Selain itu, metode ini mampu mengungkapkan perkembangan terkini, arah penelitian dan topik terkini dalam sebuah bidang penelitian tertentu (Van Nunen et al., 2018).

2. Database Scopus

Database Scopus merupakan salah satu database pengindeks publikasi internasional dengan reputasi tinggi selain Thomson Reuters. Database ini memuat abstrak dan kutipan dari *peer-reviewed* literatur jurnal ilmiah, buku, prosiding konferensi, dll. Dalam kajian ini, database Scopus dipilih karena merupakan database pengindeks terbesar *peer-reviewed* literatur bidang sains dan teknologi (Van Nunen et al., 2018). Selain itu, Scopus juga menyediakan berbagai fitur yang memudahkan untuk penelusuran dan analisis informasi. Scopus memetakan literatur berdasarkan bidang ilmu/ subyek/ kategori, kata kunci, penerbit, penulis, tahun terbit dan geografi (Scopus, n.d.).

3. Pemetaan dengan Software VosViewer

Program software VosViewer (www.vosviewer.com) yang tersedia secara gratis dapat digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan hubungan antara penulis, negara, co-sitasi, dan istilah (*terms*). Metode

pemetaan dengan VosViewer menunjukkan hubungan topik-topik dalam sebuah peta dua dimensi sehingga jarak antara kedua topik menggambarkan kemiripan atau keterkaitan dari topik-topik tersebut seakurat mungkin. Metode pengklusteran VosViewer diterapkan untuk mengelompokkan topik-topik kedalam grup berbeda, dimana setiap kluster ditandai dengan warna yang berbeda. Secara umum, interpretasi peta adalah sebagai berikut: ukuran lingkaran dan label tulisan menunjukkan jumlah (*occurrence*), warna menunjukkan kluster, dan jarak antara kedua lingkaran menunjukkan keterkaitan dan kemiripan (Van Eck dan Waltman, 2010).

4. Penelitian Terdahulu

Metode analisis bibliometrik telah banyak dilakukan pada publikasi bidang fisika bumi, khususnya terkait topik kebencanaan. Liu et al. (2012) menggunakan metode bibliometrik untuk menganalisis performa penelitian mengenai gempa bumi dari tahun 1900-2010 yang terindeks di database bibliografi SCI dan SSCI. Liu et al. menemukan bahwa terdapat pertumbuhan jumlah dan kolaborasi penelitian gempa bumi. Hasil analisis bibliometrik juga menunjukkan peneliti, institusi dan negara yang paling terdepan dalam penelitian tentang gempa bumi. Selain itu, Liu et al. juga menemukan adanya ketidakseimbangan distribusi publikasi baik dalam level kepengarangan, institusi maupun negara. Menurut Liu et al., kata kunci yang banyak digunakan dalam penelitian gempa bumi antara lain *evolution, California, deformation, model, inversion, seismicity, tectonics, crustal structure, fault, zone, lithosphere*, dan *attenuation*.

Lebih lanjut, pendekatan review berbasis bibliometrik juga digunakan oleh Camargo et al. (2019) dalam mereview literatur terkait bencana geologi kelautan (*marine geohazards*). Camargo et al. menganalisis publikasi yang terindeks di *Web of Science* and Scopus dengan tujuan untuk mengetahui perubahan tren topik publikasi serta mendiskusikan tantangan dan langkah kolaborasi yang harus diambil pemerintah dalam meningkatkan penelitian bencana geologi kelautan. Camargo et al. memetakan bencana geologi kelautan kedalam 12 kategori. Berdasarkan hasil analisis kategori tersebut, Camargo et al. menyimpulkan bahwa penelitian survei interdisipliner yang berfokus pada pemetaan dan penelusuran kejadian bencana di masa lalu; serta penelitian yang berkaitan dengan penentuan pemicu, frekuensi dan perspektif risiko bencana masih jarang dilakukan. Dalam dekade berikutnya, Camargo et al. memprediksi bahwa ekspansi dan

perkembangan jaringan observasi *seafloor*, deteksi dini dan rencana mitigasi merupakan tantangan dalam bidang penelitian ini.

Metode bibliometrik juga digunakan Gizzi (2015) dalam memetakan publikasi terkait sistem Patahan San Andreas. Gizzi memetakan publikasi yang terindeks di database *Web of Science* berdasarkan jenis dokumen dan bahasa, sumber jurnal, kategori subyek, peneliti, negara, institusi, dan kata kunci. Penelitian Gizzi bertujuan untuk melihat sejauh mana penelitian terkait sistem Patahan San Andreas telah berkembang dan untuk mengetahui topik yang potensial untuk dikaji dimasa depan. Selain itu, penelitian Gizzi juga bertujuan membantu peneliti dan institusi membangun jaringan kepenelitian. Penelitian terkait geologi menggunakan metode bibliometrik juga telah dilakukan oleh Royani, Rahayu dan Yuliati (2019). Royani, Rahayu dan Yuliati menganalisis jurnal *Geologi dan Sumberdaya Mineral* Tahun 2014 – 2018 dengan tujuan untuk mengetahui tren penelitian, tingkat kolaborasi penulis, produktivitas penulis dan institusi. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode bibliometrik dapat digunakan untuk memberikan gambaran makroskopis perkembangan penelitian ilmiah dari suatu disiplin ilmu, baik perkembangan topik penelitian, kepengarangan, performa institusi, serta dapat pula mengindikasikan area tertentu dalam suatu penelitian yang menjadi tantangan di masa depan.

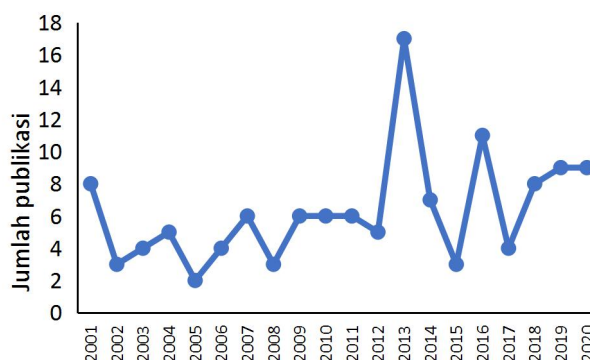
Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan penelusuran literatur terkait struktur tektonik Indonesia pada *database* Scopus. Penelusuran literatur dilakukan pada tanggal 16 Maret 2020 menggunakan kata kunci: *Tectonic* (All fields) AND ((Crustal* (Title-Abs-Keywords) OR Crustal structure* (Title-Abs-Keywords) OR Crustal setting* (Title-Abs-Keywords)) AND Indonesia (Title-Abs-Keywords)*. Kata kunci umum, yaitu *tectonic** digunakan dengan maksud untuk mendapatkan seluruh literatur yang terkait dengan proses-proses yang terjadi pada struktur crustal bumi. Hasil penelusuran menggunakan kata kunci ini menemukan 258 literatur. Selanjutnya, periode literatur dibatasi hanya 20 tahun terakhir (2001-2020). Tahap ini menghasilkan 172 literatur. Selanjutnya, literatur dibatasi hanya artikel jurnal berbahasa Inggris untuk memudahkan peneliti dalam menganalisis. Tahap ini menghasilkan 140 literatur. Langkah selanjutnya adalah mengeliminasi literatur dengan topik penelitian yang terlalu luas, yaitu lebih cenderung membahas struktur dan proses-

proses crustal di negara lain seperti Australia, Malaysia, Papua Nugini, Singapura, Cina, dan Andaman-Nikobar. Pada tahap ini terdapat 14 artikel yang dieliminasi dari temuan. Selanjutnya, data bibliografi dan kata kunci (kata kunci terindeks dan kata kunci penulis) dari 126 artikel diekstrak dalam format RIS dan dan peta kata kunci divisualisasikan menggunakan *software* VosViewer. Peta kata kunci akan direview lebih detail untuk mengetahui topik penelitian utama, metode penelitian yang digunakan dan wilayah geografis yang banyak dikaji. Tren pertumbuhan topik penelitian dianalisis melalui konten literatur dan pengelompokan secara manual kedalam topik penelitian utama. Sumber publikasi, afiliasi, dan kolaborasi penulis juga akan dianalisis secara statistik deskriptif.

Hasil Dan Pembahasan

1. Pertumbuhan jumlah publikasi per tahun



Gambar 1. Tren pertumbuhan jumlah publikasi per tahun

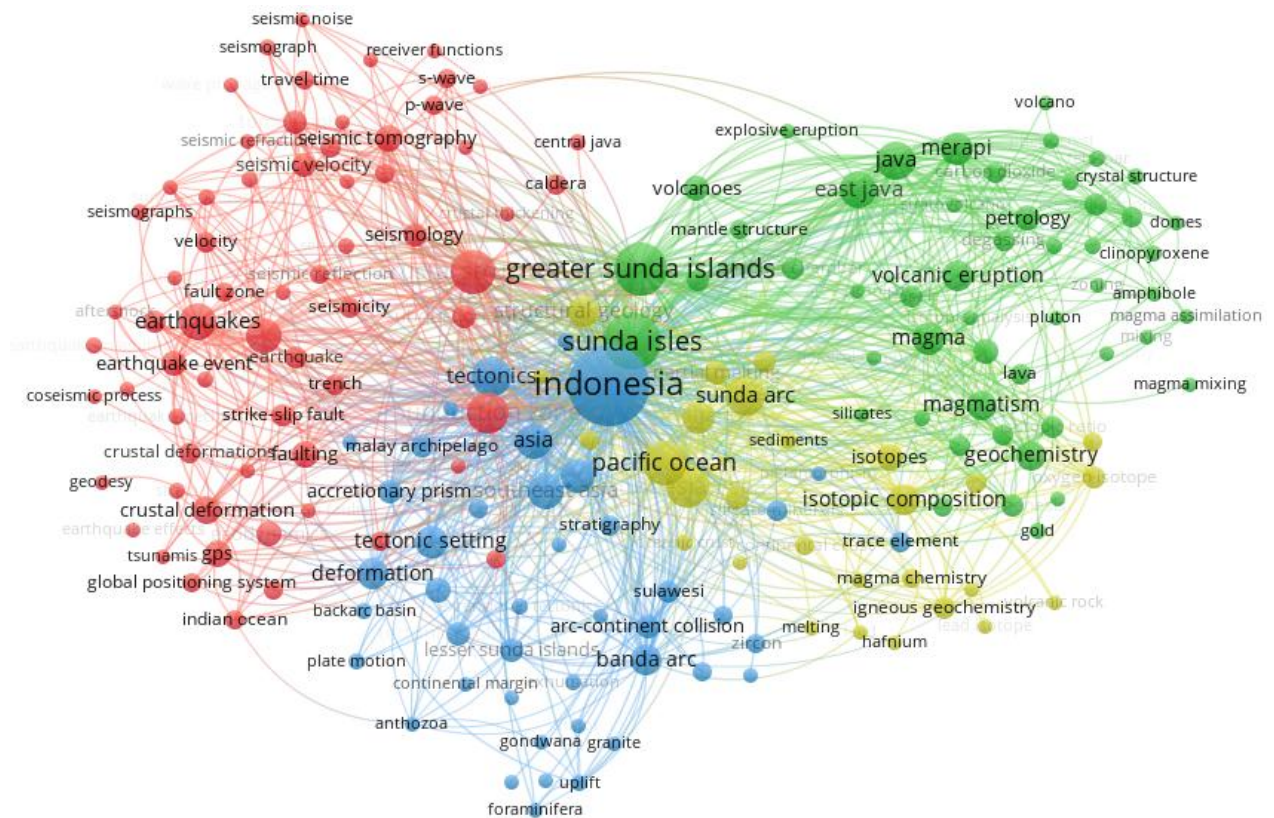
Jumlah publikasi *peer-reviewed* merupakan salah satu indikator untuk mengetahui perkembangan penelitian ilmiah suatu subyek (Van Nunen et al., 2018). Dengan semakin banyaknya jumlah publikasi dapat diinterpretasikan bahwa topik yang dieksplor dalam suatu subyek semakin banyak. Gambar 1 menunjukkan fluktuasi jumlah publikasi struktur tektonik Indonesia dari tahun 2001 hingga 2020. Sejak tahun 2001 hingga 2011, jumlah publikasi tidak menunjukkan kenaikan signifikan. Tren lonjakan peningkatan mulai terlihat jelas dari tahun 2012 ke tahun 2013, yaitu dari 5 publikasi menjadi 17. Meskipun pada akhirnya jumlah publikasi turun kembali di tahun-tahun berikutnya, jumlah publikasi pada satu dekade terakhir lebih banyak daripada dekade awal. Hal ini dapat dikarenakan semakin berkembangnya topik penelitian dan bervariasinya teknologi

serta wilayah potensial yang dikaji dalam penelitian struktur tektonik.

2. Tren topik penelitian berdasarkan hasil pemetaan kata kunci

Bagian ini akan menguraikan hasil pemetaan kata kunci yang dihasilkan dari *software* VosViewer (Gambar 2). Pemetaan kata kunci ini dilakukan sebagai tahap awal untuk mengetahui gambaran umum dan tren topik penelitian yang banyak dilakukan (Nadzar, Bakri dan Ibrahim,

2017). Kata kunci yang paling banyak digunakan ditandai dengan ukuran lingkaran yang lebih besar. Garis-garis penghubung antara kata kunci menggambarkan seberapa sering kata kunci tersebut digunakan bersama dalam sebuah publikasi. Semakin tebal dan banyak garis, maka kata kunci-kata kunci tersebut semakin sering muncul dalam publikasi. Sebagai informasi, dalam kajian ini kata kunci dengan arti sama namun berbeda penulisan (misalnya *deformation* dengan *deformations*, GPS dengan *Global Positioning System*, dll.) akan digabung dalam pembahasannya.



Gambar 2. Pemetaan kata kunci publikasi struktur tektonik Indonesia

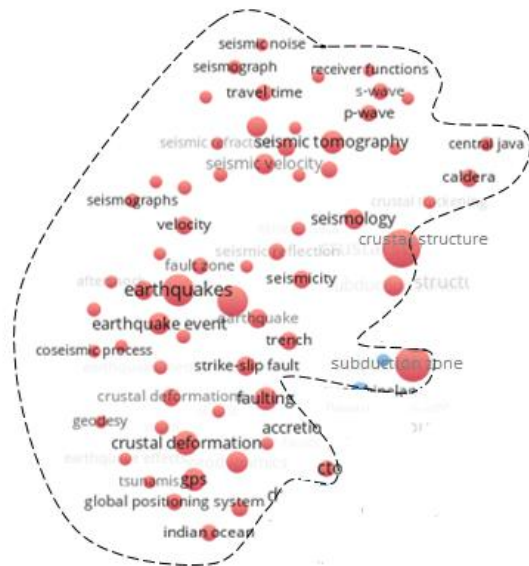
Berdasarkan Gambar 2 diatas, diketahui bahwa terdapat empat kluster besar kata kunci yang digunakan dalam publikasi struktur tektonik Indonesia.

Kluster 1

Kata kunci yang dominan pada kluster ini (Gambar 3 atau warna merah) meliputi *crustal structure*, *crustal deformation*, *earthquakes*, *subduction zone*, *strike-slip fault*, *fault zone* dan *geodynamics*. Kata kunci-kata kunci ini mengindikasikan bahwa kluster 1 meliputi publikasi **struktur tektonik pada subduction atau fault zone dalam kaitannya dengan aktivitas seismik (gempa) ataupun pergeseran tektonik** sehingga menyebabkan

deformasi struktur crustal. Kata kunci minor seperti *hazard assessment* dan *seismic hazard* mengindikasikan bahwa topik ini mungkin juga terkait dengan mitigasi bencana gempa yang disebabkan perubahan struktur tektonik. Kata kunci **Sumatera dan Central Java** yang menonjol, mengindikasikan lokus penelitian yang banyak dikaji dalam topik ini. Secara spesifik, gempa 2004 yang terjadi di Sumatera juga tampak pada peta, mengindikasikan bahwa cukup banyak publikasi yang berkaitan dengan gempa tersebut. Menurut penelitian Shulgin et al. (2013), gempa Mw 9.1 Sumatera-Andaman di tahun ini menandai berakhirnya 40 tahun periode aktivitas seismik medium (Mw 8.5) global. Gempa ini juga diikuti oleh peristiwa-

peristiwa seismik lain di sepanjang area *rupture* gempa sehingga banyak disebutkan dalam penelitian kegempaan. Kata kunci lain yang dominan (*tomography, velocity structure, p-wave, receiver functions, s-wave, seismic reflection, seismic refraction, three dimensional, ambient*) tampaknya terkait dengan metode yang digunakan dalam penelitian deformasi struktur tektonik, yaitu **tomography** dengan menggunakan data seismik (contohnya *ambient noise, seismic attenuation, three dimensional seismic tomography, dll.*). Metode lain yang juga dominan adalah menggunakan **GPS** untuk mengetahui pergerakan blok crustal.

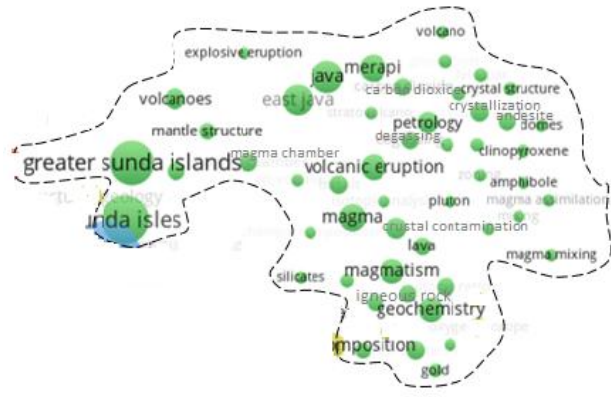


Gambar 3. Grup kata kunci dari kluster 1

Kluster 2

Kata kunci yang dominan pada kluster 2 (Gambar 4 atau warna hijau) meliputi magma, Merapi, *volcanic eruption, magmatism, geochemistry, volcanoes, petrology, basalt, magma chamber, crystallization, degassing* dan *isotopic ratio*. Kata kunci-kata kunci seperti *magma chamber, crystallization, degassing, magmatism*; serta kata kunci minor: *phenocryst, plagioclase, carbon dioxide, magma assimilation* menggambarkan proses magmatik dalam perut gunung berapi. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa kluster 2 meliputi publikasi dengan topik terkait **proses fisika pada magma plumbing system dan evolusi magma (magma differentiation)**. Kata kunci **geochemistry, petrology, isotopic ratio dan petrography** menunjukkan beberapa analisis yang digunakan untuk mengetahui komposisi dan struktur batuan vulkanik terkait dengan proses magmatik yang terjadi. Kata kunci terkait bencana gunung berapi seperti *volcanic eruption* atau *explosive eruption* mengindikasikan bahwa topik ini juga

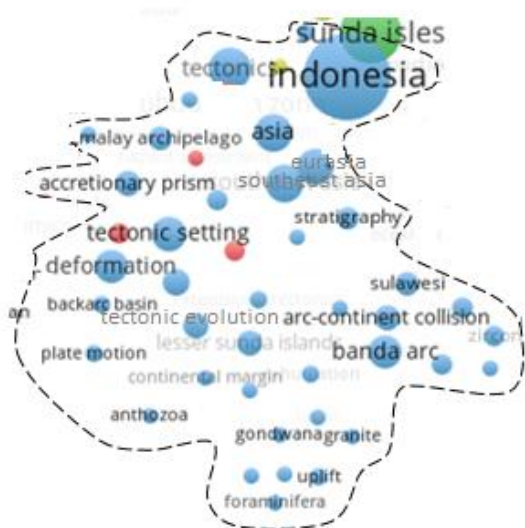
berkaitan dengan prediksi erupsi gunung berapi. Kata kunci yang mengindikasikan lokus penelitian didominasi oleh kata kunci *Greater Sunda Islands, Sunda Isles, East Java, Java* dan Merapi. Hal ini mengindikasikan bahwa publikasi dalam topik ini sebagian besar mengkaji wilayah di *Greater Sunda Islands*, khususnya **Pulau Jawa (Jawa Timur dan Jawa Tengah, terutama gunung Merapi)**.



Gambar 4. Grup kata kunci dari kluster 2

Kluster 3

Kata kunci penting yang dominan pada kluster 3 (Gambar 5 atau warna biru) meliputi *arc-continent collision, Banda arc, Lesser Sunda Islands, tectonic setting, deformation, tectonic evolution, plate motion, Sulawesi, Timor, stratigraphy*. Kata kunci lain seperti *Australian plate, Gondwana, continental collision, geochronology* dan *biostratigraphy* juga tampak meskipun frekuensinya kecil. Kata kunci-kata kunci ini menggambarkan bahwa kluster 3 meliputi publikasi dengan topik terkait **evolusi struktur tektonik yang disebabkan tumbukan lempeng benua (arc-continent collision)**. Tumbukan ini tampaknya menyebabkan pergerakan lempeng (*plate motion*), kenaikan crustal tektonik (ditunjukkan oleh kata kunci minor: *uplift* atau *accretionary prism*) ataupun *rupture*, yang dapat diamati dari evolusi fosil batuan (kata kunci minor: *metamorphism*). Kata kunci **stratigraphy, biostratigraphy, geochronology** menggambarkan metode analisis yang digunakan dalam penelitian deformasi struktur tektonik ini. Kata kunci dominan yang mengindikasikan lokus penelitian antara lain kata kunci **Banda arc, Lesser Sunda Islands dan Sulawesi**. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa *arc-continent collision* yang banyak dikaji terkait tumbukan dengan lempeng benua Australia yang terjadi di wilayah *Banda arc* (seperti Timor, Papua Barat, dll.) dan *Lesser Sunda Islands* (Bali hingga Timor).

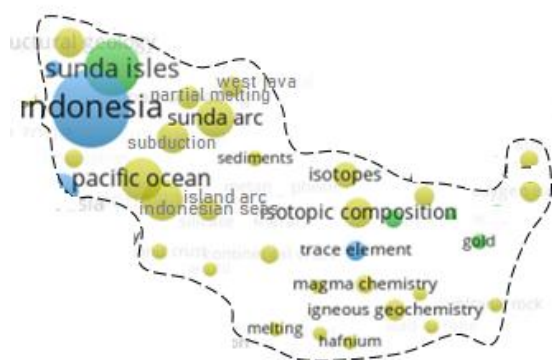


Gambar 5. Grup kata kunci dari kluster 3

Kluster 4

Kata kunci yang dominan pada kluster 4 (Gambar 6 atau warna kuning) meliputi *Sunda arc*, *Indonesian Seas*, *Pacific Ocean*, *sediments*, *subduction*, *isotopic composition*, *isotopes*, *partial melting*, *igneous geochemistry*. Kata kunci seperti hafnium, lead, mineralogy, continental crust, oceanic crust dan West Java juga muncul meskipun dengan frekuensi yang rendah. Beberapa kata kunci minor seperti mantle source, magma chemistry, volcanic rocks

overlap dengan kata kunci pada kluster 2, mengindikasikan beberapa publikasi kluster 4 hampir sama dengan kluster 2 yaitu terkait **proses magmatik atau sedimentologi yang dipengaruhi crustal pada subduction zone**. Kata kunci *isotopic composition* (contohnya lead dan hafnium) dan *igneous geochemistry* mengindikasikan metode analisis banyak yang digunakan. Kata kunci *Sunda arc* dan *Pacific Ocean* menunjukkan lokus penelitian yang lebih luas dari topik 2, dimana **West Java** menjadi wilayah *Sunda arc* yang cukup banyak menjadi lokus topik ini.



Gambar 6. Grup kata kunci dari kluster 4

*Potensi bias dalam penentuan topik dari tiap kluster dapat terjadi dikarenakan kata kunci-kata kunci yang saling overlap antara kluster yang satu dengan yang lain.

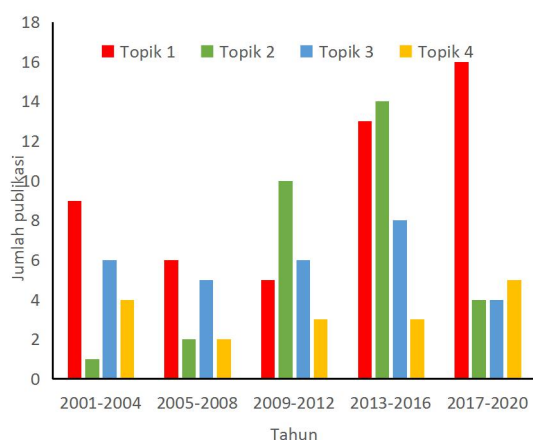
Tabel 1. Kata kunci yang digunakan dalam publikasi struktur tektonik Indonesia

Kluster	Warna	Kata kunci frekuensi tinggi	Kata kunci frekuensi rendah
1		<i>crustal structure, crustal deformation, subduction zone, Sumatera, Central Java, earthquakes, earthquake event, seismology, tomography, seismic tomography, seismic velocity, GPS, strike-slip fault, faulting, geodynamics</i>	<i>Aceh, aftershock, ambient noise, caldera, coseismic process, crustal thickening, crustal thickness, earthquake effects, earthquake magnitude, earthquake mechanism, earthquake rupture, fault slips, fault zone, focal mechanism, geodesy, geophysics, hazard assessment, Indian ocean, Lombok, moho, p-wave, receiver functions, s-wave, seismic data, seismic hazard, seismic noise, seismic reflection, seismic refraction, seismic waves, seismicity, seismograph, strain, earthquake 2004, telesismic wave, three dimensional, thrust, travel time, trench, tsunamis, upper crust, velocity, velocity structure, wave propagation, West Nusa Tenggara</i>
2		<i>greater Sunda islands, sunda isles, magma, East Java, Java, Merapi, volcanic eruption, magmatism, geochemistry, volcanoes, petrology, basalt, magma chamber, crystallization, isotopic ratio</i>	<i>Amphibole, andesite, arc volcanism, carbon dioxide, chemical composition, clinopyroxene, copper, crustal contamination, crystal structure, degassing, domes, explosive eruption, explosive volcanism, feldspar, fractional crystallization, gold, igneous intrusion, igneous rocks, isotopic analysis, lava, magma assimilation, magma mixing, magmatic differentiation, mantle structure, mixing, petrogenesis, petrography, phenocryst, plagioclase, pluton, silicates, stratovolcano, volcanism, zoning</i>
3		<i>Indonesia, tectonics, Asia, South East Asia, arc-continent collision, Banda arc, lesser Sunda</i>	<i>Accretionary prism, anthozoa, Australia, Australian plate, backarc basin, biostratigraphy, cenozoic, continental collision, continental margin, cretaceous, crustal thinning, exhumation, extensional tectonics, foraminifera, geochronology, geological</i>

		<i>islands, tectonic setting, deformation, Eurasia, tectonic evolution, plate motion, Sulawesi, Timor, stratigraphy</i>	<i>mapping, Gondwana, granite, lithospheric structure, Malay archipelago, metamorphism, plate boundary, plate tectonics, silicate minerals, trace element, uplift, volcanology, zircon</i>
4		<i>Sunda arc, Indonesian Seas, Pacific Ocean, subduction, isotopic composition, isotopes, partial melting, igneous geochemistry, sediments</i>	<i>Active fault, concentration (composition), continental crust, hafnium, island arc, lead, lead isotope, magma chemistry, mantle source, melting, mineralogy, oceanic crust, oxygen isotope, sedimentology, sediments, strontium isotope, structural geology, volcanic rock, West Java, world</i>

3. Tren pertumbuhan topik penelitian

Tren pertumbuhan topik penelitian dari tahun ke tahun diketahui melalui analisis konten literatur dan pengelompokan kedalam empat topik secara manual, yaitu topik (1) penelitian terkait struktur tektonik pada *subduction* atau *fault zone* dalam kaitannya dengan aktivitas seismik (gempa) ataupun pergeseran tektonik, topik (2) proses fisika dalam *magma plumbing systems* dan evolusi magma (*magma differentiation*), topik (3) evolusi struktur tektonik disebabkan tumbukan lempeng benua (*arc-continent collision*), dan topik (4) proses magmatik atau sedimentologi yang dipengaruhi crustal pada *subduction zone*. Hasil analisis disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 7. Tren pertumbuhan topik penelitian struktur tektonik tahun 2001-2020

Berdasarkan tren pertumbuhan topik penelitian, secara umum dalam 20 tahun terakhir, topik 1 mendominasi topik publikasi penelitian tentang struktur tektonik. Rentang tahun 2001-2004 dan 2005-2008 menunjukkan tren topik publikasi struktur tektonik yang sama, yaitu didominasi oleh topik (1) dan topik (3). Hal ini menunjukkan bahwa publikasi dari tahun 2001-2008 lebih berfokus pada struktur tektonik berkaitan dengan aktivitas seismik atau pergeseran tektonik (topik 1), contohnya publikasi tentang *crustal structure*, pergerakan blok crustal yang menyebabkan/disebabkan peristiwa gempa atau

pola *strain/stress* sebelum atau sesudah aktivitas seismik; serta topik (3) evolusi struktur tektonik disebabkan tumbukan lempeng benua, yaitu terutama benua Australia di wilayah Indonesia bagian Timur. Dalam rentang tahun 2009-2012, topik (2) terlihat mendominasi diantara ketiga topik yang lain. Beberapa publikasi dalam rentang tahun ini lebih banyak membahas tentang magma genesis, evolusi magma serta proses yang terjadi dalam *magma plumbing systems*. Dalam rentang tahun 2013-2016 terlihat pertumbuhan signifikan jumlah publikasi terkait topik (1), (2), dan (3), dimana topik (2) yang terkait dengan proses fisika pada *magma plumbing system* dan evolusi magma (*magma differentiation*) masih paling banyak dikaji. Dalam rentang tahun 2017-2020, mayoritas publikasi berkaitan dengan topik (1) yaitu berfokus pada penelitian struktur crustal, deformasi crustal yang menyebabkan/disebabkan aktivitas seismik.

* Analisis dan pengelompokan literatur dapat dilihat <https://drive.google.com/open?id=17RdyFiRcU6f1QrLj5zV8mlyfZCsqbb61>

4. Lima besar sumber publikasi struktur tektonik Indonesia

Dari total 56 judul jurnal, Tabel 2 di bawah ini menunjukkan peringkat lima besar jurnal (50.79%, n=64/126) yang memuat publikasi struktur tektonik Indonesia dengan jumlah paling banyak. Informasi sumber publikasi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dalam menemukan publikasi struktur tektonik Indonesia maupun sebagai bahan pertimbangan dalam memutuskan jurnal tujuan publikasi. Secara umum, subyek kelima besar peringkat jurnal menggambarkan area penelitian struktur tektonik, yaitu berkaitan dengan *earth and planetary sciences, geochemistry and petrology, dan geophysics*, dengan dua jurnal (*Journal of Asian Earth Sciences* dan *Tectonophysics*) meliputi juga area penelitian *earth-surface process* dan *geology*. Dari kelima besar peringkat jurnal, *Gondwana Research* memiliki nilai *CiteScore* yang tertinggi (6.76) diikuti oleh *Earth and Planetary Science Letters* (5.15) dan *Geophysical Research Letters* (4.85), meskipun



jumlah publikasi struktur tektonik di jurnal ini tidak sebanyak *Geophysical Journal International*. *CiteScore* (Elsevier) ini merupakan jumlah rata-rata sitasi per artikel yang didapat oleh sebuah jurnal dalam periode tiga tahun.

Dengan demikian, hal ini mengindikasikan bahwa artikel yang dipublikasikan di ketiga jurnal ini merupakan artikel yang lebih banyak disitir daripada artikel dalam jurnal yang lain.

Tabel 2. Lima besar sumber publikasi struktur tektonik Indonesia

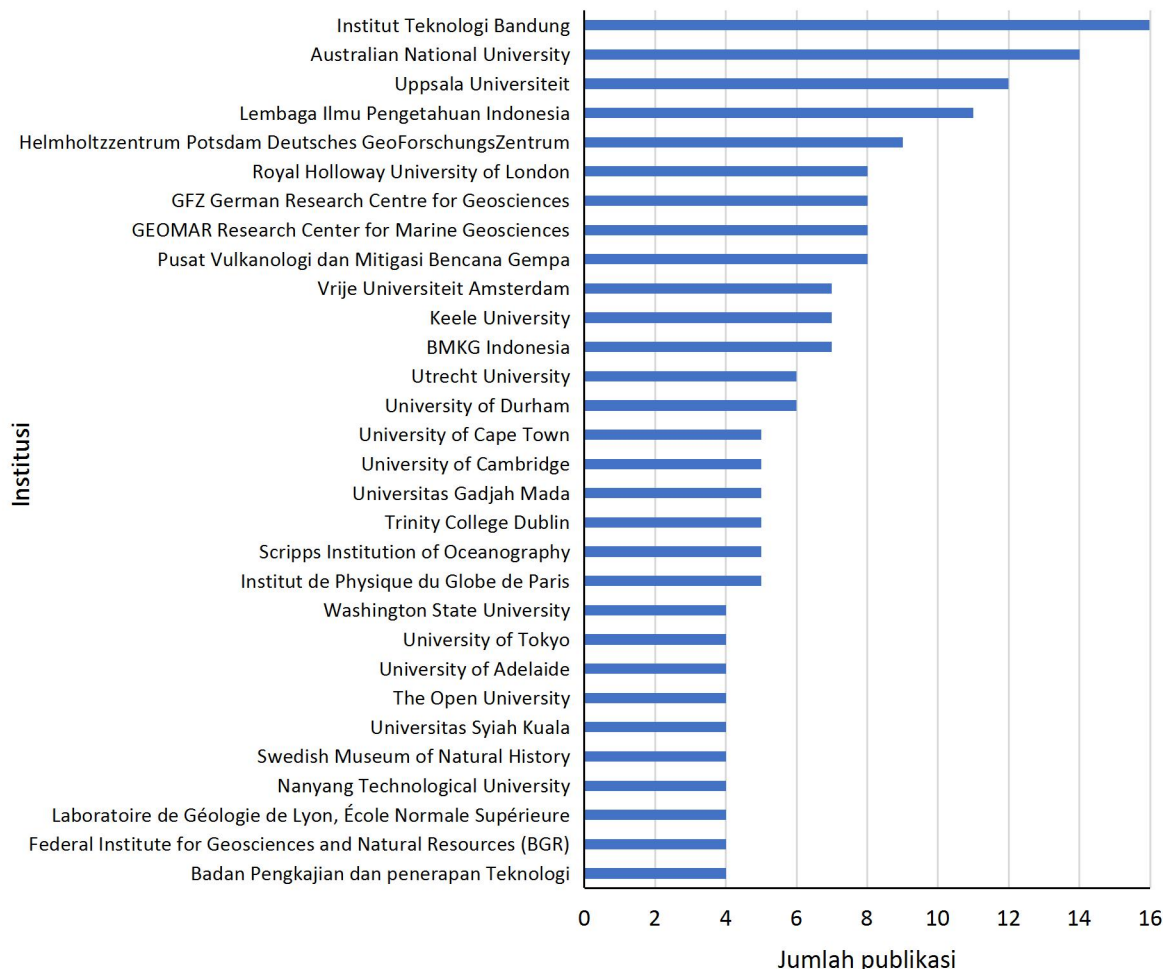
No	Judul jurnal	Jumlah publikasi	CiteScore 2019	Kategori subyek
1	Geophysical Journal International	9	2.91	Earth and planetary sciences, geochemistry and petrology, geophysics
2	Contribution to Mineralogy and Petrology	8	3.42	Earth and planetary sciences, geochemistry and petrology, geophysics
2	Earth and Planetary Science Letters	8	5.15	Earth and planetary sciences (+miscellaneous), geochemistry and petrology, geophysics, space and planetary science
2	Journal of Petrology	8	3.75	Earth and planetary sciences, geochemistry and petrology, geophysics
3	Journal of Asian Earth Sciences	7	3.29	Earth and planetary sciences, earth-surface processes, geology
3	Tectonophysics	7	3.30	Earth and planetary sciences, earth-surface processes, geology
4	Gondwana Research	6	6.76	Earth and planetary sciences, geology
4	Journal of Volcanology and Geothermal Research	6	2.83	Earth and planetary sciences, geochemistry and petrology, geophysics
5	Geophysical Research Letters	5	4.85	Earth and planetary sciences (+miscellaneous), geophysics

*Jurnal dengan jumlah publikasi sama, mempunyai peringkat yang sama

5. Sepuluh besar institusi paling produktif

Terdapat total sebanyak 195 institusi yang berpartisipasi dalam 126 publikasi struktur tektonik Indonesia (satu peneliti dapat berafiliasi pada lebih dari satu institusi, atau satu publikasi dapat ditulis oleh beberapa peneliti dari institusi yang berbeda). Dari 195 institusi tersebut, 30 institusi masuk dalam peringkat sepuluh besar penghasil publikasi terbanyak (Gambar 8). Institut Teknologi Bandung (16 publikasi) berada di urutan pertama diikuti berturut-turut

diperingkat kedua hingga kelima: *Australian National University* (14 publikasi), *Uppsala Universiteit* (12 publikasi), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (11 publikasi) dan *Helmholtzzentrum Potsdam Deutsches* (9 publikasi). Total terdapat tujuh institusi dalam negeri (3.59%, dengan jumlah publikasi 43%) yang termasuk dalam sepuluh besar penghasil publikasi terbanyak tentang struktur tektonik Indonesia. Hal ini menunjukkan dominasi institusi Indonesia dalam penelitian struktur tektonik di wilayah negara sendiri.



Gambar 8. Sepuluh besar institusi paling produktif

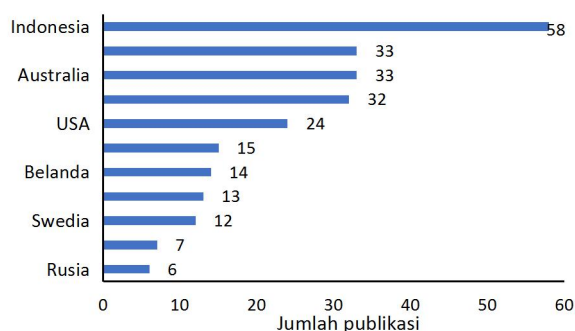
* Institusi dengan jumlah publikasi sama, mempunyai peringkat yang sama

6. Sepuluh besar negara paling produktif

Gambar 9 di bawah ini menunjukkan peringkat sepuluh besar negara penghasil penelitian struktur tektonik Indonesia (satu peneliti dapat berafiliasi pada lebih dari satu negara, atau satu publikasi dapat ditulis oleh beberapa peneliti dari negara berbeda). Sama halnya dengan peringkat institusi, negara penghasil publikasi struktur tektonik Indonesia yang utama adalah Indonesia sendiri (46.03%). Hal ini dikarenakan kajian ini berfokus untuk mengetahui tren publikasi struktur tektonik di Indonesia, dan publikasi ini diperoleh melalui penelusuran dengan menggunakan kata kunci Tectonic* (All fields) AND ((Crustal* (Title-Abs-Keywords) OR Crustal structure* (Title-Abs-Keywords) OR Crustal setting* (Title-Abs-Keywords)) AND Indonesia (Title-Abs-Keywords).

Beberapa negara G7 seperti UK, Jerman, USA, Jepang dan Perancis juga masuk dalam peringkat. Sebagaimana diungkapkan oleh Van

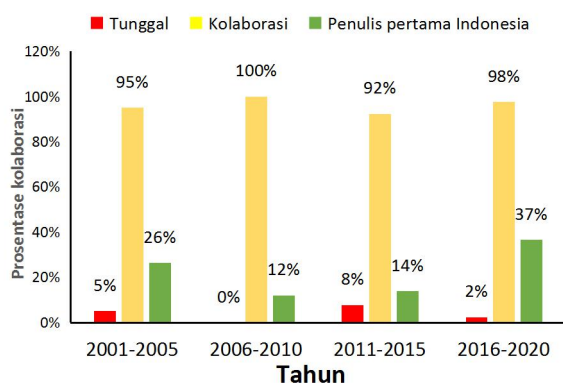
Nunen et al. (2018), pola dominasi negara-negara G7 dalam mayoritas bidang penelitian ilmiah telah banyak dijumpai. Dalam penelitian struktur tektonik ini, hal tersebut dapat menunjukkan level akademik, ekonomi dan teknologi negara-negara tersebut. Kolaborasi antara negara maju dengan negara berkembang seperti Indonesia akan membawa keuntungan signifikan bagi Indonesia, seperti transfer pengetahuan dan teknologi penelitian (Gazni, Sugimoto dan Didegah, 2012). Selain negara-negara tersebut, Australia menjadi negara yang cukup produktif meneliti struktur tektonik Indonesia. Hal ini dikarenakan banyaknya peneliti Indonesia yang juga berafiliasi dengan institusi Australia, atau banyaknya peneliti Australia yang meneliti struktur tektonik di Indonesia dikarenakan letak geografis yang berdekatan, dimana beberapa aktivitas tektonik (misalnya tumbukan lempeng) menyebabkan perubahan struktur tektonik yang perlu diteliti lebih lanjut di wilayah kedua negara.



Gambar 9. Sepuluh besar negara paling produktif

7. Kolaborasi penelitian

Berdasarkan hasil analisis kepengarangan publikasi struktur tektonik (Gambar 10), diketahui bahwa publikasi struktur tektonik lebih banyak dihasilkan melalui kolaborasi baik antara peneliti asing ataupun antara peneliti asing dengan peneliti Indonesia. Hal ini menunjukkan kualitas penelitian yang lebih baik dikarenakan kolaborasi antar-penulis memungkinkan adanya kesempatan berbagi pengetahuan, keahlian, dan teknik tertentu dalam sebuah penelitian (Sutarsyah 2014). Maryono dan Surajiman juga menjelaskan bahwa kolaborasi dapat meningkatkan akses ke sumber pendanaan, *prestige* dan visibilitas, efisiensi tenaga dan pikiran dan mengurangi *errors*. Terkait peneliti Indonesia, prosentase peneliti Indonesia yang menjadi penulis pertama dalam publikasi struktur tektonik masih cukup rendah (22% dari total 126 publikasi selama 20 tahun) meskipun penelitian dilakukan di wilayah negara sendiri. Hal ini menunjukkan kesamaan dengan hasil penelitian bidang biodiversitas Indonesia yang dilakukan Yoganingrum (2018). Menurut Yoganingrum, rendahnya prosentase penulis Indonesia dapat mengindikasikan bahwa penulis lokal sering kali hanya menjadi penulis kedua atau seterusnya (*Co-author*), bahkan bisa jadi tidak dimasukkan dalam kepengarangan.



Gambar 10. Tren kolaborasi penelitian struktur tektonik Indonesia

Kesimpulan

Penelitian bibliometrik ini berkontribusi memberikan gambaran umum, khususnya bagi peneliti bidang fisika bumi dalam hal: (1) tren topik dan perkembangan penelitian struktur tektonik di wilayah Indonesia, (2) menemukan sumber referensi publikasi struktur tektonik Indonesia maupun sebagai bahan pertimbangan dalam memutuskan jurnal tujuan publikasi, (3) institusi dan negara paling produktif dalam publikasi struktur tektonik Indonesia yang berpotensi untuk tujuan kolaborasi. Dalam hal tren, penelitian struktur tektonik mengalami peningkatan dalam satu dekade terakhir. Topik penelitian dapat dipetakan menjadi empat kelompok besar, yaitu (1) struktur tektonik pada *subduction* atau *fault zone* dalam kaitannya dengan aktivitas seismik ataupun pergeseran tektonik; (2) proses fisika pada *magma plumbing system* dan evolusi magma (*magma differentiation*); (3) evolusi struktur tektonik yang disebabkan tumbukan lempeng benua; dan (4) proses magmatik atau sedimentologi yang dipengaruhi crustal pada *subduction*. Metode yang digunakan dalam penelitian struktur tektonik bervariasi dan berkembang seiring perkembangan teknologi. Wilayah penelitian juga tersebar diseluruh Indonesia, dari Sumatera hingga Timor. Dalam hal sumber publikasi, *Geophysical Journal International* memuat banyak publikasi struktur tektonik namun *Gondwana Research* mempunyai skor sitasi yang lebih tinggi. Kedua jurnal ini dapat menjadi rujukan dalam menemukan publikasi struktur tektonik maupun sebagai tujuan publikasi. Indonesia dominan dalam hal institusi penghasil publikasi struktur tektonik Indonesia diikuti oleh UK dan Australia. Dalam hal kolaborasi penelitian, peneliti Indonesia telah banyak bekerja sama dengan peneliti asing, namun perlu adanya peningkatan peran peneliti Indonesia sebagai penulis pertama.

Ucapan Terima Kasih

Kajian ini dapat terlaksana atas dukungan dari Kepala Bidang Repositori PDDI-LIPI, Ibu Noorika Retno Widuri. Penulis juga berterima kasih atas masukan dari Ibu Febty Febriani, selaku peneliti bidang fisika bumi, Puslit Fisika LIPI selama penulisan kajian.

Daftar Pustaka

- Camargo, J.M.R., et al. (2019). Marine Geohazards: A Bibliometric-Based Review. *Geosciences*, 9(2), 100.
- Gazni, A., Cassidy, R.S., & Fereshteh, D. (2012). Mapping World Scientific Collaboration: Authors, Institutions, and Countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(2), 323–335.
- Gizzi, F.T. (2015). Worldwide Trends in Research on the San Andreas Fault System. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(12), 10893-10909.
- Liu, X., et al. (2012). A bibliometric Study of Earthquake Research: 1900-2010. *Scientometrics*, 92(3), 747-765.
- Maryono dan Surajiman. (2017). Kolaborasi Internal, Domestik dan Internasional, serta Korelasinya dengan Sitasi yang Diperoleh: Analisis Publikasi UGM di Scopus. *Berkala Ilmu Perpustakaan dan Informasi*, 13(2), 166-177.
- Nadzar, Nurul Mardhiah Azura Md, Aryati, B., & Roliana, I. (2017). A Bibliometric Mapping of Malaysian Publication using Co-Word Analysis. *International Journal of Advanced Soft Computing Applications*, 9(3), 90-113.
- Royani, Y., Rochani, N.R., & Eti, Y. (2019). Analisis Bibliometrik Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral Tahun 2014 – 2018. *Lentera Pustaka: Jurnal Kajian Ilmu Perpustakaan, Informasi dan Kearsipan*, 5(1), 49-64.
- Scopus. (n.d). *About CiteScore and Its Derivative Metrics*. <http://journalmetrics.scopus.com> (14 Mei 2020).
- Shulgin, A., et al. (2013). Subduction System Variability Across the Segment Boundary of the 2004/2005 Sumatra Megathrust Earthquakes. *Earth and Planetary Science Letters*, 365, 108–119.
- Sutarsyah. (2014). Kajian Profil Artikel dan Produktivitas Penulis pada Warta Kebun Raya. *VISI PUSTAKA*, 16(3), 230-234.
- Van Eck, N.J. & Waltman, L. (2010). Software Survey: VOSviewer, A Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*, 84, 523–538.
- Van Nunen, K., et al. (2018). Bibliometric Analysis of Safety Culture Research. *Safety Science*, 108, 248-258.
- Wang, B., et al. (2014). An Overview of Climate Change Vulnerability: A Bibliometric Analysis Based on Web of Science database. *Natural Hazards*, 74, 1649–1666.
- Yoganingrum, A. (2018). The Biodiversity Research Outputs of The Megadiverse ASEAN Countries. Makalah disajikan pada 31st IBIMA Conference: 25-26 April 2018, Milan, Italia.

