

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gempa bumi adalah fenomena alam yang terjadi akibat pelepasan energi secara tiba-tiba di dalam bumi sehingga memicu patahnya lapisan batuan pada kerak bumi yang menghasilkan guncangan dan getaran pada permukaan bumi. Fenomena ini berdampak besar terhadap kehidupan manusia karena dapat menyebabkan kerusakan fisik, material, korban jiwa dan dampak lainnya yang merugikan manusia (Tantyoko, dkk., 2023). Secara geologis bencana gempa bumi disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu aktivitas sesar atau patahan aktif, pergerakan lempeng tektonik, aktivitas gunung api, dan tekanan fluida di bawah permukaan bumi. Kerusakan yang diakibatkan oleh gempa bumi menjadi perhatian yang sangat penting dalam kajian risiko bencana (Arji Prasetyo dkk., 2023).

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kegempaan tertinggi di dunia (Al Faridzi dkk., 2024). Hal ini dilatarbelakangi oleh posisi geografis negara Indonesia yang berada pada wilayah kepulauan dengan morfologi yang kompleks, serta Indonesia terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Filipina. Interaksi antar lempeng-lempeng tersebut menyebabkan aktivitas tektonik yang sangat intens, sehingga memicu terbentuknya sesar aktif dan meningkatkan potensi terjadinya gempa bumi (Al Faridzi dkk., 2024). Pola sebaran gempa yang kompleks antar wilayah menyebabkan kejadian gempa bumi tidak hanya terkonsentrasi pada zona subduksi, namun mengikuti sistem patahan aktif di berbagai pulau di wilayah Indonesia (Sieh & Natawidjaja, 2000).

Sebaran kejadian gempa bumi di Indonesia menunjukkan variasi spasial antar wilayah. Wilayah barat seperti Sumatera dan Jawa, memiliki aktivitas gempa tinggi akibat zona subduksi lempeng Indo-Australia, sebaliknya wilayah Kalimantan

cenderung stabil secara tektonik sehingga bencana gempa bumi jarang ditemukan. Pola perbedaan ini menunjukkan bahwa distribusi kejadian gempa bumi di Indonesia menunjukkan pola spasial yang kompleks tidak bersifat acak, melainkan dipengaruhi oleh struktur geologi dan dinamika lempeng yang berbeda antar wilayah, sehingga kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai wilayah yang tepat untuk dianalisis. Pola sebaran gempa yang kompleks ini menuntut adanya pemahaman yang lebih lanjut terkait karakteristik spasial kejadian gempa bumi (Cahyo dkk., 2023).

Pemahaman mengenai pola sebaran gempa bumi penting dalam mitigasi bencana, karena gempa bumi memiliki karakteristik data berupa titik-titik koordinat dalam ruang dengan jumlah kejadian yang relatif banyak sehingga memungkinkan untuk di analisis (Kurnianto dkk., 2021). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memahami pola ini adalah dengan analisis spasial. Analisis spasial merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk memahami keteraturan distribusi fenomena geologis di permukaan bumi. Dalam konteks kegempaan, analisis spasial dapat membantu mengidentifikasi kecenderungan lokasi gempa bumi dan hubungannya dengan struktur geologi. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Nearest Neighbor Analysis (NNA)* dan *Quadrat Analysis (QA)* (Ripley, 1977).

Metode *NNA* merupakan metode yang mengukur jarak rata-rata antara titik terdekat dan membandingkannya dengan jarak yang diharapkan pada distribusi acak. *Nearest Neighbor Analysis* mampu mengidentifikasi pola spasial berdasarkan jarak antara titik terdekat serta dapat menentukan apakah pola sebaran bersifat mengelompok (*clustered*), acak (*random*), atau seragam (*uniform*) (Vasylykivska & Huerta, 2017). Namun, *NNA* terbatas dalam unit dan batas wilayah, karena hanya melihat jarak antara titik terdekat (lokal) bukan keseluruhan wilayah (global). Sehingga jika ada variasi spasial gradien kepadatan, struktur geologi yang besar dan perbedaan antar wilayah, *NNA* tidak secara detail mendeteksi hasil analisisnya. Sehingga dibutuhkan metode

pendamping seperti *Quadrat Analysis (QA)* untuk menganalisis pola pada skala global (Al-Ahmadi dkk., 2014).

Quadrat Analysis mampu mengevaluasi variansi kepadatan gempa bumi dengan membagi wilayah penelitian kedalam kotak-kotak (kuadrat) kecil dengan ukuran yang sama besar untuk melihat distribusi global kejadian gempa bumi. Namun, QA dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk kuadrat yang digunakan dan tidak mempertimbangkan hubungan jarak antar titik (Aslan & Nasseer, 2020). Metode QA memiliki dua pendekatan yaitu *Variance-To-Mean Ratio (VTMR)* dan pendekatan distribusi frekuensi dengan uji *kolmogorov smirnov (K-S)* (Nisa, 2017).

Penggunaan metode *Nearest Neighbor Analysis (NNA)* dan *Quadrat Analysis (QA)* merupakan pendekatan yang eksploratif yang banyak digunakan sebagai tahap awal dalam analisis pola spasial (Aslan & Nasseer, 2020). Metode NNA mampu mengukur pola spasial melalui jarak antar titik terdekatnya dan QA memberikan gambaran distribusi kepadatan secara global melalui pembagian kuadrat. Kombinasi kedua metode ini menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dan saling melengkapi satu sama lain dalam analisis pola spasial dan mampu mendeteksi pola sebaran gempa bumi bersifat mengelompok (*clustered*), acak (*random*), atau seragam (*uniform*) (Al-Ahmadi dkk., 2014).

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data kejadian gempa bumi yang terjadi di wilayah Indonesia pada tahun 2024 dengan *magnitude* $\geq 2,5$. Pemilihan gempa bumi dengan *magnitude* $\geq 2,5$ didasarkan pada konsep *magnitude of completeness* (Mc) yaitu magnitudo minimum dimana kejadian gempa dianggap telah tercatat dalam katalog gempa dan Gempa dengan *magnitude* $\geq 2,5$ sudah terekam oleh seismograf (Woessner & Wiemer, 2005). Selain itu, pemilihan periode tahun 2024 karena data yang diperoleh masih data terbaru sehingga dapat memberikan gambaran terkini terkait pola sebaran gempa bumi, serta fokus analisis hanya pada lokasi kejadian dan pola sebaran bukan menganalisis perubahan pola dari tahun ke tahun.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini secara khusus dilakukan untuk menganalisis pola sebaran gempa bumi di Indonesia menggunakan metode *NNA* dan *QA* dengan pendekatan *VTMR*, dan uji *K-S*. Pendekatan yang dilakukan diharapkan mampu menjelaskan apakah pola sebaran gempa bumi di Indonesia bersifat *clustered*, *random*, atau *uniform*. Penelitian ini mengarahkan pada fokus kajian skripsi yang berjudul “**Analisis Pola Sebaran Gempa Bumi di Indonesia dengan Metode Nearest Neighbor Analysis (NNA) dan Quadrat Analysis (QA)**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola sebaran episentrum gempa bumi di Indonesia berdasarkan metode *Nearest Neighbor Analysis (NNA)*?
2. Bagaimana pola sebaran episentrum gempa bumi di Indonesia berdasarkan metode *Quadrat Analysis* menggunakan pendekatan *Variance-to-Mean Ratio (VTMR)* dan uji *Kolmogorov-Smirnov (K-S)*?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Data yang dilakukan adalah kejadian gempa bumi yang terjadi di wilayah Indonesia pada tahun 2024.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari *United States Geological Survey (USGS)*, yang meliputi koordinat *longitude*, *latitude*, dan magnitudo dengan batasan magnitudo $\geq 2,5$.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Nearest Neighbor Analysis (NNA)* dan *Quadrat Analysis (QA)*.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan maka tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pola sebaran episentrum gempa bumi di Indonesia menggunakan metode *Nearest Neighbor Analysis (NNA)*.
2. Mengetahui pola sebaran episentrum gempa bumi dengan metode *Quadrat Analysis* menggunakan pendekatan *Variance-to-Mean Ratio (VTMR)* dan uji *Kolmogorov-Smirnov (K-S)*.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis

Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu memberikan kontribusi penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan, terkhususnya dalam bidang geografi, geologi dan statistik bidang analisis spasial. Penelitian ini dapat mengembangkan ilmu matematika, terkhususnya dalam bidang statistik spasial dengan menerapkan kedua metode analisis yang digunakan *Nearest Neighbor Analysis (NNA)* dan *Quadrat Analysis (QA)* guna menganalisis pola sebaran titik gempa bumi di Indonesia tahun 2024. Serta dapat dijadikan referensi ilmiah penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penelitian bisa dimanfaatkan oleh lembaga kebencanaan seperti, Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG), badan nasional penanggulangan bencana (BNPB), badan penanggulangan bencana daerah (BPBD), dan pemerintahan untuk meningkatkan efektifitas perencanaan tata ruang wilayah berbasis resiko bencana serta meningkatkan kesadaran bagi masyarakat akan bahaya terjadinya gempa bumi.