

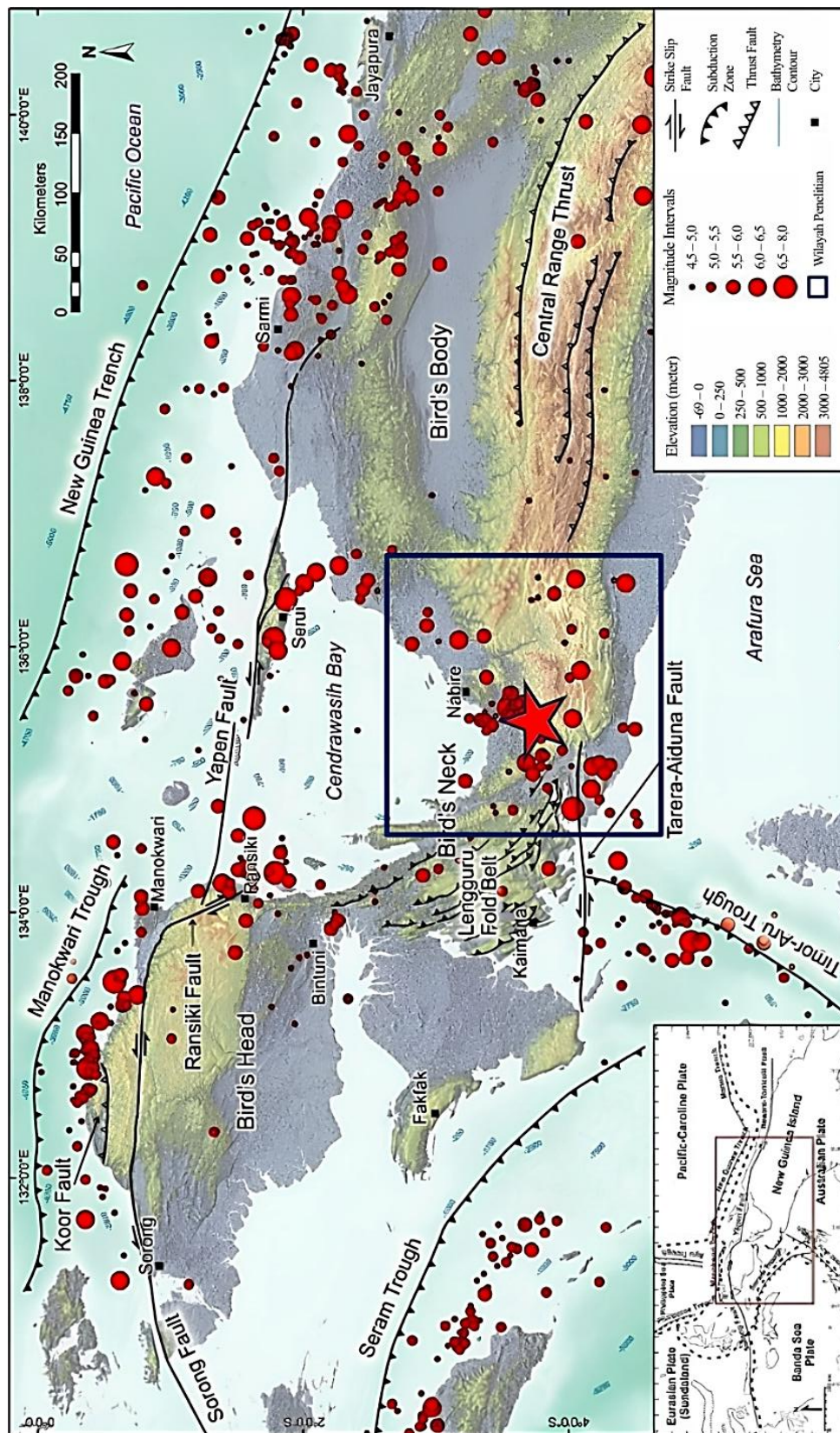
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tatanan tektonik Indonesia dipengaruhi oleh interaksi antarlempeng yang menyebabkan tingginya aktivitas kegempaan di berbagai wilayah. Salah satu wilayah dengan kompleksitas tektonik tinggi adalah Pulau Papua. Berdasarkan peta sistem tektonik wilayah Papua dan sekitarnya, kawasan ini dipengaruhi oleh interaksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang menghasilkan berbagai deformasi tektonik berupa subduksi, sesar aktif, lipatan, serta jalur pegunungan yang memanjang di wilayah Papua. Interaksi antarlempeng tersebut memicu aktivitas seismik tinggi dan menjadikan Papua sebagai salah satu wilayah rawan gempa bumi di Indonesia. Sebaran struktur tektonik aktif di Pulau Papua ditunjukkan pada Gambar 1.1.

Salah satu wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik tersebut adalah Provinsi Papua Tengah. Secara geologi, wilayah ini dikelilingi oleh keberadaan sistem patahan naik Pegunungan Tengah (*Central Range Thrust*) yang berperan dalam proses pengangkatan Pegunungan Tengah Papua. Selain itu, aktivitas tektonik di wilayah Provinsi Papua Tengah turut dipengaruhi oleh keberadaan sistem patahan aktif regional seperti Patahan Tarera-Aiduna dan Patahan Yapen yang berkembang di sekitar Cekungan Cenderawasih. Struktur patahan tersebut terbentuk akibat interaksi dan pergerakan antarlempeng serta memengaruhi perkembangan cekungan tektonik dan tingginya aktivitas kegempaan di wilayah Provinsi Papua Tengah. Kondisi tektonik yang kompleks menjadikan Provinsi Papua Tengah sebagai wilayah dengan potensi bahaya gempa bumi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, analisis seismisitas diperlukan untuk memahami karakteristik aktivitas kegempaan.



Gambar 1.1 Peta sistem tektonik wilayah Papua dan sekitarnya (Saputra dkk., 2022)

Analisis seismisitas dapat dilakukan melalui hubungan frekuensi-magnitudo gempa bumi yang dikenal sebagai Hukum Gutenberg-Richter. Hubungan ini secara empiris dinyatakan dalam persamaan $\log N = a - bM$, dengan N merupakan jumlah kumulatif gempa dengan magnitudo $M \geq M_c$, sedangkan parameter a dan b menggambarkan karakteristik seismisitas suatu wilayah. Parameter a menggambarkan tingkat aktivitas seismik. Semakin tinggi a -value, semakin tinggi pula tingkat kejadian gempa bumi di wilayah tersebut. Sementara itu, parameter b menggambarkan perbandingan antara jumlah gempa bermagnitudo besar dan kecil, serta berkaitan dengan kondisi *stress* dan tingkat kerapuhan batuan bawah permukaan (Gutenberg dan Richter, 1944). Pada b -value yang tinggi (>1) umumnya terjadi dominasi gempa bermagnitudo kecil, sedangkan b -value yang rendah (<1) menunjukkan kecenderungan terjadinya gempa bermagnitudo besar. Variasi b -value dipengaruhi oleh faktor heterogenitas batuan, distribusi aliran panas, tekanan fluida pori, kedalaman zona seismogenik, dan karakteristik patahan (Zhou dan Xia, 2020).

Selain parameter a -value dan b -value, analisis seismisitas juga memerlukan penentuan nilai *Magnitude of Completeness* (M_c). Nilai M_c merupakan magnitudo minimum gempa yang masih dapat tercatat secara lengkap oleh katalog gempa dalam suatu wilayah dan periode tertentu. Penentuan M_c sangat penting karena tingkat kelengkapan data gempa akan memengaruhi akurasi estimasi parameter seismisitas, khususnya b -value. Penggunaan data gempa dengan magnitudo di bawah nilai M_c dapat menyebabkan distribusi frekuensi-magnitudo menjadi bias dan membuat estimasi parameter seismisitas kurang representatif (Wiemer dan Wyss, 1997).

Analisis seismisitas juga dapat ditinjau secara spasial dan temporal. Analisis spasial a -value dan b -value digunakan untuk menggambarkan distribusi aktivitas seismik dan kondisi *stress* di berbagai lokasi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, hal ini dapat mengidentifikasi zona potensi gempa yang berbeda (Wiemer dan Wyss, 1997). Sementara itu, analisis temporal parameter b -value digunakan untuk mengetahui perubahan karakteristik seismisitas terhadap waktu. Variasi temporal b -value sering dihubungkan dengan perubahan kondisi fisika zona

sumber gempa dan dianggap sebagai prekursor seismik yang signifikan (Wang dkk., 2015).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *maximum likelihood*. Metode *maximum likelihood* merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengestimasi parameter suatu distribusi melalui proses memaksimalkan fungsi probabilitas dari data pengamatan (Aki, 1965). Dalam analisis hubungan frekuensi-magnitudo gempa bumi, metode ini digunakan untuk menghitung *b-value* berdasarkan distribusi magnitudo gempa dan menghasilkan estimasi parameter yang lebih akurat dan stabil. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Aki (1965) untuk estimasi *b-value* pada persamaan Gutenberg-Richter, kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Utsu (1966) untuk pengujian statistik *b-value*. Metode *maximum likelihood* dipilih karena memaksimalkan fungsi probabilitas yang melibatkan *b-value* dan magnitudo gempa, serta proses penapisan data (Aki, 1965; Utsu, 1966).

Pada penelitian ini digunakan data gempa periode 2000–2025. Pemilihan periode tersebut didasarkan pada kelengkapan katalog gempa yang lebih baik dibandingkan periode sebelumnya. Perkembangan jaringan seismograf dan peningkatan jumlah stasiun pemantauan gempa membuat katalog gempa menjadi lebih lengkap serta lebih representatif untuk analisis seismisitas (Ringler dkk., 2022; Diantari, 2017). Selain itu, penggunaan rentang waktu yang relatif panjang diperlukan agar jumlah data gempa yang dianalisis lebih representatif dan estimasi parameter menjadi lebih stabil (Aki, 1965).

Penelitian mengenai karakteristik seismisitas di wilayah Papua telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Berdasarkan penelitian Melani dkk. (2024) menganalisis hubungan frekuensi-magnitudo menggunakan metode *maximum likelihood* pada wilayah Maluku dan Papua dengan data periode 1970–2023. Penelitian tersebut memberikan gambaran umum mengenai parameter seismik pada skala regional. Penelitian tersebut masih mencakup wilayah yang luas dan belum secara spesifik mengkaji karakteristik seismisitas di Provinsi Papua Tengah. Provinsi Papua Tengah juga merupakan provinsi baru hasil pemekaran wilayah Papua yang dibentuk pada tahun 2022. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan

untuk menganalisis seismisitas berdasarkan *a-value* dan *b-value* di Provinsi Papua Tengah periode 2000–2025 dengan metode *maximum likelihood*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis karakteristik seismisitas berdasarkan *a-value*, *b-value*, dan nilai *Magnitude of Completeness* di Provinsi Papua Tengah menggunakan metode *maximum likelihood*.
2. Menganalisis secara spasial *a-value* dan *b-value* di Provinsi Papua Tengah.
3. Menganalisis secara temporal *b-value* di Provinsi Papua Tengah.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan kontribusi pengetahuan mengenai analisis parameter *a-value* dan *b-value* untuk memahami karakteristik seismisitas di Provinsi Papua Tengah.
2. Menyediakan informasi seismik yang dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait maupun pemerintah daerah sebagai upaya mitigasi bencana gempa bumi pada wilayah rawan gempa.