BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas tektonik yang sangat intens terjadi di Indonesia karena interaksi empat lempeng tektonik utama. Diantaranya, lempeng Indo- Australia, Filipina, dan Pasifik, saling berinteraksi dengan lempeng Eurasia. Proses subduksi terjadi ketika lempeng-lempeng tersebut bertemu, di mana lempeng Indo-Australia bergerak dari selatan ke utara, sedangkan lempeng Eurasia bergerak dari utara ke selatan-tenggara. Titik pertemuan ini terletak di ujung barat daya Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara, serta berakhir di selatan sesar wilayah Sumba Tenggara di Palu-Koro, termasuk Pulau Sumba. Pergerakan dinamis dari ketiga lempeng tektonik tersebut menciptakan sejumlah sesar lokal, yang pada gilirannya menimbulkan aktivitas seismik di berbagai wilayah (Ibrahim dan Subardjo, 2005).

Salah satu zona seismik yang terletak di Pulau Sumatera secara geografis dilintasi oleh sesar, zona subduksi, dan gunung api (Metrikasari dan Choirudin, 2020). Pulau ini menjadi titik pertemuan antara Lempeng Indo- Australia dan Lempeng Eurasia, di mana tabrakan keduanya membentuk zona subduksi dengan arah dan jenis subduksi yang tidak beraturan. Wilayah yang paling sering melepaskan energi gempa terdapat di zona subduksi Sumatera.

Pulau Sumatera memiliki dua kondisi geologi yang mempengaruhi aktivitas seismik dan tektonik. Pertama, zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Kedua, zona sesar Sumatera, dikenal sebagai Sesar Semangko atau *Sumatra Fault Zone* (SFZ) (Daiana et al., 2021). Bagian utara Sumatera, dari Aceh hingga Lampung, memiliki 19 segmen gempa tektonik aktif. Salah satu segmen ini berada di Sumatera Utara, dengan koordinat 1° - 4° LU dan 98° - 100° BT serta luas 71.680 km^2 (Aritonang et al., 2021).

Sumatera Utara memiliki segmen gempa tektonik aktif yang terbagi dalam segmen Toru, Angkola, dan Barumon. Segmen Toru membentang dari Padang Lawas dan Mandailing hingga Kabupaten Tapanuli Utara dengan potensi kekuatan seismik maksimum 7,1, panjang 95 km, dan kedalaman 20 km, pada koordinat $1^{\circ}15' \text{LU}$ dan $95^{\circ}55' \text{BT}$ - $99^{\circ}30' \text{BT}$. Segmen Angkola memiliki panjang 160 km, kedalaman 20 km, potensi seismik maksimum 7,5, dan kecepatan pergeseran 19

mm/tahun pada koordinat $99^{\circ}\text{BT} - 100^{\circ}\text{BT}$ dan $0^{\circ}15'\text{LU} - 1^{\circ}35'\text{LU}$. Segmen Barumon memiliki panjang 125 km, kedalaman 20 km, potensi seismik maksimum 7,1, dan kecepatan pergeseran 4 mm/tahun pada koordinat $99^{\circ}30'\text{BT} - 100^{\circ}30'\text{BT}$ dan $0^{\circ}15'\text{LU} - 1^{\circ}15'\text{LU}$ (Aritonang et al., 2021).

Penelitian kegempaan mempelajari prediksi gempa bumi dengan mengamati kejadian, menentukan sifat dan parameter kegempaan sebagai acuan tingkat seismisitas wilayah tersebut (Lusiani et al., 2019).

Analisis aktivitas kegempaan suatu daerah dapat dilakukan dengan mempelajari hubungan antara frekuensi dan magnitudo. Hubungan ini tergambar melalui parameter seismotektonik, yaitu *a-value* dan *b-value* (Zakiyah et al., 2021). *A-value* mencerminkan aktivitas seismik yang dipengaruhi oleh kerapuhan batuan, semakin tinggi nilai *a*, semakin aktif daerah tersebut secara seismik. Sebaliknya, *b-value* menunjukkan kemiringan dari persamaan linier yang menghubungkan frekuensi dan magnitudo gempa (Linda et al., 2019). Perhitungan *a-value* dan *b-value* dapat dilakukan menggunakan metode Maksimum Likelihood (Prasetyo et al., 2019).

Pemahaman yang mendalam tentang karakteristik seismik Provinsi Sumatera Utara sangat penting untuk upaya mitigasi bencana. Wilayah ini terletak di zona subduksi tempat pertemuan lempeng Indo-Australia dan lempeng tektonik Eurasia. Interaksi rumit kedua lempeng ini sering mengakibatkan gempa bumi dahsyat dan bahkan tsunami.

Beberapa penelitian mengenai tingkat seismisitas di Sumatera Utara sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian tentang *Magnitude of Completeness* (M_c) untuk Gempa Sumatera dengan menggunakan metode Maximum Curvature (MAXC) dan Entire Magnitude Range (EMR) telah dilakukan oleh Simamora dan Namigo (2016). Hasil penelitiannya adalah nilai M_c untuk gempa Sumatera bervariasi antara 4,2 SR hingga 5,6 SR (nilai rata-rata M_c adalah 4,6 SR), *b-value* berkisar antara 0,6 hingga 1,1, dan *a-value* berkisar antara 5 sampai 7,5. Berdasarkan pemetaan nilai M_c , wilayah Sumatera bagian utara dan pantai barat memiliki nilai M_c yang rendah yaitu (4,6-4,9) SR. Pulau Nias memiliki wilayah dengan potensi gempa besar dan tingkat kegempaan yang cukup tinggi, sesuai dengan pemetaan *b-value* dan *a-value*.

Siregar et al., (2023) melakukan penelitian mengenai Identifikasi Tingkat Kerapuhan Batuan (*b-value*) Dengan Menggunakan Metode Likelihood Di Wilayah Sumatera Utara Periode 1990-2021 didapatkan bahwa temuan distribusi *b-value* untuk wilayah Sumatera Utara sangat bervariasi dengan standar deviasi 0,17, berkisar antara 0,9 hingga 1,5, dan untuk *a-value* dari 6 hingga 9. Perhitungan tersebut menghasilkan indeks kegempaan tahunan sebesar 0,33 dengan sebesar 4 SR. Kemungkinan terjadinya gempa bumi dalam satu dekade hingga satu abad adalah antara 68,3% dan 99,9%. Periode ulang rata-rata untuk gempa bumi yang merusak adalah 8,6 tahun.

Penelitian oleh Metrikasari dan Choiruddin (2020) mengenai pemodelan risiko gempa bumi di Pulau Sumatera dengan menggunakan model Inhomogeneous Neyman-Scott Cox Process menunjukkan bahwa daerah rawan gempa utama terletak di bagian utara Pulau Sumatera, yaitu Provinsi Aceh dan Sumatera Utara

Berdasarkan penelitian terdahulu, Sumatera Utara merupakan provinsi yang rawan gempa. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai pemodelan seismik dengan menggunakan pendekatan Gutenberg-Richter. Pendekatan ini didasarkan pada pengamatan bahwa frekuensi kejadian gempa bumi berhubungan dengan magnitudo gempa. Dalam pendekatan Gutenberg-Richter, hubungan antara frekuensi dan magnitudo gempa diwakili oleh hukum Gutenberg-Richter, yang menyatakan bahwa frekuensi kejadian gempa bumi secara logaritmik terkait dengan magnitudo gempa.

Pada penelitian ini, data seismitas dari Provinsi Sumatera Utara akan digunakan untuk membangun model seismik berdasarkan pendekatan statistik Gutenberg-Richter. Data yang akan digunakan meliputi katalog seismitas yang mencakup informasi tentang lokasi episenter gempa, magnitudo gempa, dan waktu kejadian.

Dengan menggunakan metode pemodelan seismik dengan pendekatan statistik Gutenberg-Richter, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang aktivitas seismik di Provinsi Sumatera Utara. Hasil dari pemodelan seismitas ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik kegempaan di wilayah ini, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi mitigasi bencana.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah diuraikan sebelumnya, maka yang menjadi identifikasi masalah adalah sebagai berikut:

1. Zona subduksi dan zona sesar Sumatera di Pulau Sumatera menyebabkan interaksi antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia, menghasilkan kondisi geologi yang mempengaruhi aktivitas seismik dan kondisi tektonik di wilayah Sumatera Utara.
2. Provinsi Sumatera Utara sering mengalami gempa bumi karena adanya segmen seismik tektonik aktif seperti segmen Toru, Angkola, dan Barumun, yang memiliki magnitudo dan potensi intensitas seismik yang berbeda.
3. Untuk memahami aktivitas seismik di Sumatera Utara, analisis frekuensi dan magnitudo gempa dilakukan dengan menggunakan parameter kegempaan seperti *a-value* dan *b-value*, di mana *a-value* merepresentasikan aktivitas seismik dan *b-value* menggambarkan hubungan antara frekuensi dan intensitas gempa bumi.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Interaksi antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia serta zona subduksi dan sesar Sumatera akan dijelaskan dalam studi aktivitas seismik di Sumatera Utara.
2. Model seismik berdasarkan metode statistik Gutenberg-Richter akan dikembangkan menggunakan data seismisitas dari Sumatera Utara, termasuk informasi lokasi, besaran, dan waktu gempa.
3. Penelitian ini akan memodelkan frekuensi kejadian gempa berdasarkan magnitudo menggunakan metode statistik Gutenberg-Richter. Pemodelan ini akan menyajikan gambaran lengkap aktivitas seismik di Sumatera Utara, termasuk distribusi magnitudo gempa dan frekuensi kejadian (*a-value* dan *b-value*).

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah agar pengkajian masalah lebih terarah. Batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Wilayah penelitian adalah wilayah Provinsi Sumatera Utara.
2. Membahas variasi *b-value* dan variasi *a-value*.
3. Data yang digunakan adalah data katalog gempa dari *International Seismological Centre (ISC)*.
4. Analisis seismik menggunakan metode statistik Gutenberg-Richter.
5. Pemetaan dengan menggunakan software ArcGIS 10.8 untuk memetakan distribusi gempa bumi dan memodelkan *a-value* dan *b-value*.

1.5 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peta sebaran episenter di Provinsi Sumatera Utara periode tahun 2000-2022?
2. Bagaimana tingkat seismitas di Provinsi Sumatera Utara ditinjau dengan menggunakan metode Gutenberg-Richter (*a-value* dan *b-value*)?

1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui peta distribusi di Provinsi Sumatera Utara periode 2000-2022.
2. Untuk mengetahui tingkat seismitas di Provinsi Sumatera Utara ditinjau menggunakan metode Gutenberg-Richter (*a-value* dan *b-value*).

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran yang komprehensif tentang aktivitas seismik di Provinsi Sumatera Utara. Hasil dari pemodelan seismik ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai karakteristik kegempaan di wilayah Sumatera Utara, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan strategi mitigasi bencana yang lebih efektif.