

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas tektonik pada pertemuan tiga daerah seismik aktif yaitu penunjaman dua lempeng besar (lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia), patahan (sesar) Semangko, dan patahan Mentawai menjadikan Sumatera Barat sebagai wilayah yang rawan bencana (BPBD Kota Padang, 2019). Penunjaman lempeng samudera Indo-Australia di bawah lempeng benua Eurasia sepanjang palung Sunda membentuk zona subduksi Sumatera dengan laju pergerakan $\sim 6,5$ cm/tahun. Sehingga gempa bumi besar dengan Magnitudo $\geq 6,0$ skala richter (SR) sering terjadi di wilayah ini. Seperti gempa bumi Sumatera-Andaman tahun 2004 (M_w 9,1 SR) (Wang dkk., 2022; Kreemer dkk., 2014).

Gempa bumi Sumatera-Andaman pada tahun 2004 M merupakan salah satu gempa bumi terbesar yang tercatat dalam 120 tahun terakhir (USGS, 2019). Gempa ini terjadi di sepanjang zona subduksi Sumatera dan mematahkan lantai samudera dengan panjang sekitar 1200 km dan lebar sekitar 200 km, sehingga memicu tsunami paling mematikan dan paling merusak yang menewaskan sekitar 230.000 nyawa di Asia dan Afrika (Ibrahim dkk., 2024; Wils dkk., 2021). Beberapa gempa bumi berkekuatan besar lainnya ($M_w > 8$ SR) telah terjadi di sepanjang segmen lain dari zona subduksi Sumatera dalam 250 tahun terakhir. Semua segmen ini telah patah lagi pada tahun-tahun setelah gempa bumi Sumatera-Andaman tahun 2004 M, kecuali segmen Mentawai, yang terletak di lepas pantai kota Padang, ibukota Sumatera Barat (Wils dkk., 2021). Berdasarkan data sebaran gempa wilayah Sumatera Barat selama 100 tahun terakhir pada Gambar 1.1, gempa bumi signifikan yang terakhir terjadi pada segmen Mentawai adalah gempa bumi *intraslab* Padang pada bulan September 2009 (M_w 7,6 SR), yang menyebabkan kerusakan besar dan lebih dari 1.100 korban jiwa. Gempa ini belum mampu mematahkan *megathrust* itu sendiri, tidak ada pelepasan energi yang signifikan dari akumulasi tekanan pada segmen Mentawai yang terjadi, meninggalkan potensi terjadinya gempa bumi zona

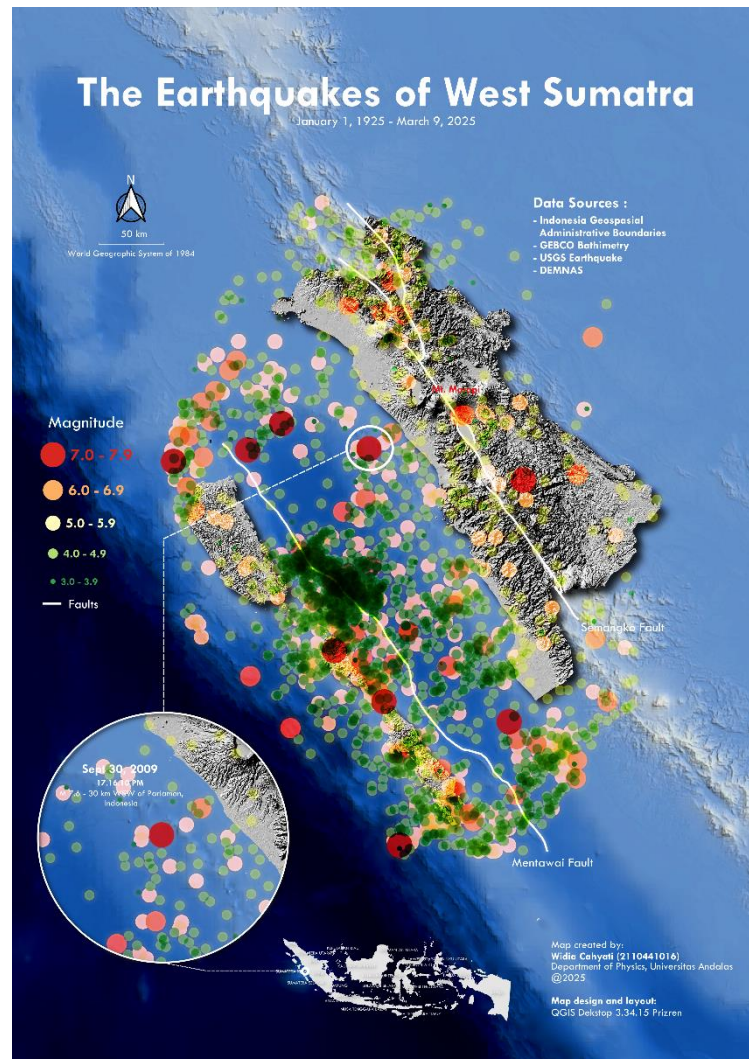
subduksi yang besar dalam waktu dekat (Philibosian dkk., 2017; Yulianda dkk., 2017).

Wilayah Sumatera Barat selain rawan akan bencana dari segi seismik juga rawan akan bencana dari segi vulkanik yang dihasilkan oleh busur Sunda, sebuah deretan gunung vulkanik yang terbentuk di sepanjang zona subduksi, yang memiliki beberapa gunung vulkanik paling aktif di dunia (Wils dkk., 2021). Gunung api Marapi merupakan sumber bahaya vulkanik yang paling menonjol di Sumatera Barat, yang secara teratur menunjukkan aktivitas eksplosif (Smithsonian Institution, 2023). Hal ini menjadi ancaman yang signifikan bagi masyarakat yang tinggal di kaki Gunung Api Marapi, dan menekankan pentingnya upaya mitigasi bencana alam yang menyeluruh untuk wilayah tersebut.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mitigasi bencana alam di wilayah Sumatera Barat salah satunya dengan mengidentifikasi daerah-daerah yang berpotensi terhadap bencana alam berdasarkan struktur bawah permukaan Sumatera Barat. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam hal pemetaan struktur bawah permukaan di Sumatera Barat, misalnya Niroha dkk., (2021) dan Daraini dkk., (2023) yang melakukan pemetaan struktur bawah permukaan menggunakan metode seismik refraksi. Hasilnya mampu menginformasikan jenis batuan tiap lapisan hingga kedalaman tertentu pada daerah penelitian. Penelitian-penelitian ini masih dalam skala lokal sehingga belum mampu mewakili wilayah Sumatera Barat secara regional untuk penilaian kebencanaan di wilayah Sumatera Barat.

Penelitian mengenai pemetaan struktur bawah permukaan secara regional sebelumnya telah dilakukan oleh Pohan dkk., (2023) dengan melibatkan pemodelan 3D data anomali gravitasi bumi. Analisis anomali gravitasi dan kontras densitas batuan memberikan hasil yang sesuai dengan kondisi geologi regional wilayah penelitian, mengidentifikasi keberadaan sesar aktif pada batas kontras densitas tinggi dan rendah serta aktivitas magma bawah permukaan dengan kontras densitas rendah. Metode ini lebih mudah dan lebih efisien untuk dilakukan karena pemodelan data gravitasi didasarkan pada variasi densitas massa kerak bumi yang disebabkan oleh sesar dan fitur geologi lainnya yang penting untuk *geohazard*,

sehingga sangat memungkinkan untuk identifikasi struktur geologi bawah permukaan seperti patahan, gunung berapi aktif, dan lapisan sedimen yang dapat menimbulkan potensi bahaya di wilayah Sumatera Barat.



Gambar 1. 1 Peta sebaran gempa wilayah Sumatera Barat (Badan Informasi Geospasial, 2025a; GEBCO, 2025; USGS, 2025) (Badan Informasi Geospasial, 2025a; GEBCO, 2025; USGS, 2025)

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur geologi bawah permukaan Sumatera Barat untuk identifikasi aktivitas vulkanik dan tektonik wilayah Sumatera Barat. Variasi densitas massa kerak bumi diharapkan mampu

mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan yang dapat menimbulkan potensi bahaya di wilayah Sumatera Barat.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu pengetahuan mengenai struktur geologi bawah permukaan wilayah Sumatera Barat yang akan membantu kita untuk memahami aktivitas vulkanik dan tektonik di wilayah Sumatera Barat. Pemodelan data yang dikembangkan juga dapat membantu dalam penilaian dan prediksi kebencanaan. Hal ini pada akhirnya membantu melindungi lingkungan dan masyarakat dari dampak negatif bencana, seperti kerusakan struktural dan kehilangan nyawa.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi untuk wilayah Sumatera Barat, Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gravitasi satelit yang diperoleh dari *Global Gravity Model (GGM)* plus serta data topografi. Sedangkan perhitungan *complete Bouger anomaly (CBA)* di wilayah penelitian menggunakan model koreksi medan modern terbaru *SRTM2gravity*. Semua data digunakan untuk wilayah Sumatera Barat pada koordinat $98,6^{\circ}\text{BT} - 101,9^{\circ}\text{BT}$ dan $0,9^{\circ}\text{LU} - 3,5^{\circ}\text{LS}$.

1.5 Hipotesis

Pemodelan data gravitasi satelit dapat secara efektif mengidentifikasi struktur bawah permukaan yang terkait dengan aktivitas vulkanik dan tektonik di wilayah Sumatera Barat. Variasi anomali gravitasi dan kontras densitas batuan di wilayah ini dapat menunjukkan keberadaan struktur tektonik aktif dan membantu memperkirakan area yang rentan terhadap aktivitas vulkanik.