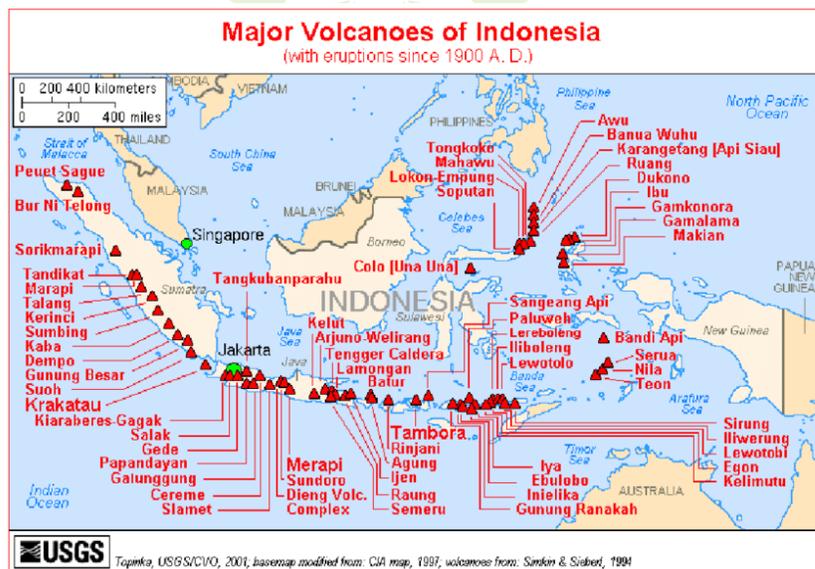


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi panas bumi tertinggi sekitar 40% di dunia, permintaan akan energi tersebut dapat meningkat tiga kali lipat hingga tahun 2030 [Gunawan,] karena secara geografis wilayah negara Indonesia merupakan negara yang terletak di rangkaian jalur gunung api yang aktif (*ring of fire*) yang dapat dilihat sebarannya pada Gambar (1.1). Indonesia dengan kekayaan potensi panas bumi yang tersebar sepanjang jalur sabuk gunung api mulai dari pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi Utara hingga Maluku.



Gambar 1.1: Peta Sebaran Gunung Api di Indonesia

Banyak di antaranya mengalami letusan kataklismik pada zaman kuno. Letusan kataklismik dapat diidentifikasi dari bentuk lahan vulkanik dan produk vulkanik. Bukti

paling jelas yang menunjukkan letusan kataklismik gunung berapi adalah bentuk lahan kaldera [Nagel, 2004]. Kaldera adalah depresi di area vulkanik atau di atas pusat vulkanik, merupakan produk dari letusan besar atau pencairan tektonik kadang-kadang setelah letusan [Huggett, 2007]. Kaldera terkait dengan runtuhnya gunung berapi, bisa memiliki lebar kilometer dan kedalaman ratusan meter [Bridge and Demicco, 2008]. Kaldera umumnya berbentuk lebih kurang lingkaran, geometri kaldera bergantung pada geometri atap, pengaruh tektonik, kedalaman, dan ukuran kamar magma [Sigurdsson et al., 2015]. Ada banyak kaldera di Indonesia, lima yang paling terkenal adalah Kaldera Toba, Kaldera Krakatau, Kaldera Batur, Kaldera Tambora, dan Kaldera Rinjani.

Gunung Tambora merupakan gunung aktif tipe *stratovolcano* yang berlokasi di Pulau Sumbawa, Kawinda Toi, Bima, Nusa Tenggara Barat. Gunung Tambora memiliki ketinggian 2851 mdpl setelah letusan besar yang terjadi pada tahun 1815. Akibat letusan Gunung Tambora memiliki kaldera dengan diameter 6×7 km [Virgiawan, 2020]. Letusan besar Gunung Tambora masih dikategorikan gunung api aktif karena aktivitas berupa kepulan asap formula dan sulfatara di sekitar dinding kaldera dengan intensitas sedang-lemah. Asap tebal mulai muncul dari kawah Gunung Tambora pada tahun 1812. Letusan terjadi pada tahun 1815 diawali dengan asap yang semakin menebal sebelum peristiwa letusan paroksismal pada tanggal 10 s.d 11 April. Letusan paroksismal adalah letusan secara perlahan yang diakhiri dengan letusan besar. Letusan paroksismal berakhir pada tanggal 12 April dan fasa kegiatan semakin berkurang pada tanggal 15 Juli. Karena letusan tersebut Gunung Tambora saat ini memiliki ketinggian 2851 mdpl (Badan Geologi). Ketinggian Gunung Tambora sebelum mengalami letusan diperkirakan mencapai 4200 mdpl.

Dalam penelitian ini menyajikan skema inversi gravitasi 3D baru menggunakan kerangka kerja SimPEG yang sumber terbuka <http://www.simpeg.xyz>. SimPEG (*Simulation and Parameter Estimation in Geophysics*) adalah paket python untuk mensimulasikan dan memperkirakan parameter geofisika, berdasarkan metode volume hingga untuk *forward modelling* dan metode gradien untuk pemodelan inversi. SimPEG

digunakan untuk menggambarkan gambaran struktur di bawah permukaan bumi dalam 1, 2, dan 3 dimensi [Cockett et al., 2015]. Beberapa metode geofisika lain yang menggunakan SimPEG untuk pemodelan data meliputi geolistrik, gravitasi, magnetik, polarisasi terinduksi (IP), elektromagnetik berfrekuensi domain (FDEM), dan elektromagnetik domain waktu (TDEM).

Pada penelitian saya menggunakan metode gravitasi, metode gravitasi memiliki cakupan jarak ukur yang luas dibandingkan dengan metode lain. Metode ini relatif lebih murah, tidak mencemari, tidak merusak dan termasuk dalam metode jarak jauh yang sudah pula digunakan untuk mengamati permukaan bulan. *Eksplorasi gravity* (gravitasi) merupakan metode statik atau pasif, dalam arti tidak perlu ada energi yang dimasukkan ke dalam tanah untuk mendapatkan data sebagaimana umumnya pengukuran. Prinsipnya metode gravitasi dengan memanfaatkan nilai variasi medan gravitasi bumi yang timbul akibat perbedaan densitas ρ atau kerapatan massa batuan di bawah permukaan dengan batuan lainnya. Batuan yang memiliki kerapatan massa yang besar akan mempengaruhi medan gravitasi di sekitar batuan yang memiliki kerapatan massa yang kecil [Kearey et al., 2002].

Metode gravitasi memiliki kelemahan pada resolusi data vertikalnya. Kelemahan tersebut disebabkan karena percepatan gravitasi yang didapat dari hasil pembacaan pada alat merupakan superposisi dari elemen-elemen sumber anomali di bawah permukaan dengan nilai densitas dan kedalaman yang beragam. Hal tersebut membuat data gravitasi memiliki tingkat keambiguitas yang cukup tinggi, sehingga pemisahan data gravitasi tidak bisa dilakukan secara sempurna [Telford et al., 1990]. Untuk menutupi hal tersebut, berbagai metode dapat digunakan sebagai pendekatan untuk menghitung estimasi kedalaman sumber anomali gravitasi seperti metode *Peter*, metode perhitungan *Euler*, *Werner deconvolution*, *Spectral analysis*, *Currie depth point* [Handyarso and Mauluda, 2018].

Metode gravitasi telah banyak dimanfaatkan sebagai riset pendahuluan untuk meng-

identifikasi sesar [Kurniawan et al., 2022] [Susilo et al., 2014] dan mengidentifikasi prospek panas bumi [Sismanto et al., 2020] [Putri and Harianja, 2021]. Riset tersebut mampu menginterpretasi batuan-batuan yang bersangkutan berdasarkan perbedaan nilai densitas batuan dari data anomali gravitasi. Penentuan perbedaan nilai densitas batuan melibatkan proses inversi untuk mencari nilai yang sesuai dengan nilai anomali gravitasi dan dapat menentukan nilai densitas batuan, proses inversi juga mampu menentukan komponen posisi secara horizontal (*northing* dan *easting*) dan vertikal (kedalaman) ataupun gabungan keduanya.

Proses pemodelan inversi pada dasarnya bertujuan untuk mendapatkan model optimum dengan cara meminimumkan suatu fungsi objektif berdasarkan kesesuaian antara respon model dengan data pengamatan [Grandis, 2009]. Data pengamatan ini adalah nilai anomali gravitasi yang telah diukur di lapangan dan respon model adalah nilai dari model matematika yang telah ditentukan. Anomali gravitasi dihasilkan oleh adanya perbedaan densitas antara batuan satu dengan batuan lainnya yang memudahkan para peneliti untuk menafsirkan struktur geologi bumi. Anomali ini sering dikenal sebagai anomali *bouguer* yang menjadi salah satu parameter penting pada metode gravitasi.

Penelitian terhadap Gunung Tambora banyak dilakukan oleh peneliti dari luar Indonesia, sebagian besar penelitian merupakan dampak setelah letusan dan keadaan sekitar Gunung Tambora sebelum dan setelah letusan. Salah satu penelitian tentang Gunung Tambora menggunakan data gravitasi yang diperoleh dari satelit Topex/Poseidon, data tersebut menghasilkan anomali regional dengan pemodelan 2.5 D dan hasil pemodelan struktur bawah permukaan Gunung Tambora memiliki 3 lapisan dengan batuan intrusi pada kedalaman ± 3 km yang berada pada lapisan kedua dan ketiga dengan densitas $2.8 \text{ gr} \cdot \text{cm}^{-3}$ [Anggoro et al., 2022].

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yang dihadapi adalah untuk mengetahui bagaimana pengolahan data gravitasi untuk estimasi model densitas bawah permukaan di daerah Gunung Tambora.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar penelitian ini memiliki batasan demi tercapainya suatu tujuan penelitian di antaranya, yaitu:

1. Secara geografis daerah penelitian berada pada rentang $8^{\circ}5' - 8^{\circ}35'$ LS dan $117^{\circ}40' - 118^{\circ}20'$ BT.
2. Data lapangan yang digunakan merupakan data anomali gravitasi citra satelit yang telah terkoreksi hingga koreksi udara bebas dan bisa diakses melalui website: http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi.
3. Pengolahan data gravitasi pada pemodelan inversi 3D struktur geologi bawah permukaan daerah Gunung Tambora menggunakan SimPEG.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui bagaimana hasil sebaran anomali di daerah Gunung Tambora.
2. Mengetahui model estimasi model densitas bawah permukaan pada pemodelan inversi 3D metode gravitasi di daerah Gunung Tambora.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun pembahasan secara kompleks pada penelitian ini diuraikan di dalam setiap bab.

1. BAB I

Berisi pendahuluan berupa latar belakang dilakukannya penelitian, kemudian rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian, metode pengumpulan data, hingga manfaat dari penelitian ini.

2. BAB II

Membahas tentang tinjauan pustaka atau beberapa teori terkait penelitian ini yang dijadikan rujukan atas dilakukannya penelitian ini dan berisi penjelasan teori-teori yang diterapkan dalam penelitian ini.

3. BAB III

Berisi daftar alat dan bahan, serta membahas tentang proses pengolahan data pemodelan inversi metode gravitasi.

4. BAB IV

Pembahasan, berisi tentang hasil model estimasi densitas bawah permukaan pada metode gravitasi dari data lapangan beserta analisisnya.

5. BAB V

Penutup, berisi kesimpulan penelitian dan saran.

