

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia memiliki potensi geotermal terluas di dunia, diperkirakan sekitar 27.000-29.500 MW, yang mencerminkan hampir 40% dari cadangan geotermal global. Sumber daya ini terdistribusi di 252-299 lokasi geotermal yang sudah diidentifikasi (Suharmanto dkk., 2015). Sistem geotermal dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama berdasarkan pengaturan geologis: sistem vulkanik, sistem vulkano-tektonik, dan sistem non-vulkanik, dengan sistem kompleks vulkanik dan kaldera umumnya memiliki potensi energi terbesar (Kasbani, 2009)

Gunung Seulawah Agam merupakan salah satu gunung berapi yang masih aktif di Provinsi Aceh, Indonesia. Seulawah Agam adalah stratovolcano yang berada di Kabupaten Aceh Besar dan tidak mengalami letusan dalam waktu yang lama sejak erupsi terakhir yang terjadi pada tahun 1839 (Zaini dkk., 2021). Sistem geothermal Seulawah Agam merupakan komponen dari sistem Sesar Sumatera yang luas, sistem hidrotermal pada gunung berapi ini dikendalikan oleh sistem sesar yang bertindak sebagai saluran masuk dan keluarnya fluida. Gunung Seulawah Agam adalah salah satu potensi geotermal yang ditandai oleh adanya manifestasi geotermal di Zona Selatan seperti Alue Ie Seu'um, Alue Ie Masam, Alue PU, dan Alue Teungku, serta manifestasi Ie Brôuk. Suhu permukaan di Zona Selatan berkisar antara 29,97°C hingga 42,57°C dengan pH yang netral hingga alkali (6,02 hingga 8,68). Karakteristik reservoir juga dikenali dengan tingginya temperatur reservoir, estimasi suhu kedalaman rata-rata di manifestasi Zona Selatan Gunung Seulawah Agam adalah: Alue Ie Seu'um sekitar 288,84°C, Alue Ie Masam sekitar 304,17°C, Alue PU sekitar 290,02°C, dan Alue Teungku sekitar 265°C, yang menunjukkan sistem entalpi tinggi dengan temperatur rata-rata melampaui 225°C (Lala dkk., 2024). Secara geologi, wilayah ini terdiri dari lava lumpur vulkanik dan batuan Lam Teuba yang meliputi breksi, pumis, dan tuf dengan usia Tersier sampai

Resen (Asrillah dkk., 2014). Kondisi geologi di wilayah ini dipengaruhi oleh Sesar Sumatera, terutama segmen Aceh dan Sesar Seulimum, yang berkontribusi pada sirkulasi fluida panas bumi (Marwan dkk., 2014)

Metode gaya berat (*gravity*) adalah teknik geofisika pasif yang sensitif terhadap variasi densitas batuan bawah permukaan. Pada eksplorasi panas bumi, survei gravitasi membantu memetakan struktur *subsurface* seperti kontak intrusi (yang bisa menjadi sumber panas), dasar batuan (*bedrock*), sistem sesar atau rekahan, serta zona alterasi termal (Rasimeng dkk., 2024). Area dengan anomali gravitasi tinggi sering terkait intrusi magma (cenderung memiliki densitas lebih tinggi), sedangkan anomali gravitasi rendah dapat menunjukkan adanya kantong magma cair atau zona rekahan terisi fluida (Bjornsson, 1980). Selain itu, analisis spektral pada data GGMplus (menggabungkan misi satelit seperti GRACE/GOCE) memungkinkan pemisahan anomali regional dan residual untuk membedakan struktur dalam dan dangkal. Keseluruhan, metode *gravity* memberikan petunjuk tentang lokasi reservoir (densitas rendah) dan kerangka geologi penyokong (sesar, intrusi) yang kritis dalam eksplorasi panas bumi (Yasmin dkk., 2025).

Data gravitasi global dari satelit seperti GOCE (*Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer*) dan model GGMplus memungkinkan pemetaan anomali gravitasi secara luas dan efisien untuk tahap survei pendahuluan. Studi di Sulawesi Utara menggunakan data GRACE/GOCE berhasil mengidentifikasi beberapa area prospek panas bumi potensial (Julzarika & Nugroho, 2019). Hasil terbaru di Sumatera Barat (Kabupaten Pasaman) yang mengolah data GGMplus menunjukkan bahwa anomali gravitasi residual berkorelasi dengan fitur dangkal (termasuk potensi reservoir panas bumi), sedangkan anomali regional berasosiasi dengan struktur dalam seperti sesar dan intrusi magmatik. Temuan ini menegaskan bahwa filtering spektral data satelit (misalnya membandingkan anomali regional vs residual) dapat menonjolkan target bawah permukaan penting untuk eksplorasi panas bumi (Yasmin dkk., 2025).

Penerapan metode gravitasi di prospek panas bumi Way Ratai, Lampung berhasil memetakan struktur dan reservoir geotermal. Analisis kontur *Bouguer* dan

gradién gravitasi horizontal mengungkap sistem sesar berarah NW–SE, sedangkan inversi 3D menunjukkan zona densitas rendah (1,8–3,0 g/cc) di sekitar Gunung Ratai, Gunung Betung, serta area Lubuk Badak–Miwung yang diduga sebagai reservoir. Temuan ini konsisten dengan data magnetotelurik yang mengindikasikan keberadaan fluida panas (Sarkowi dkk., 2021).

Berdasarkan studi pada beberapa wilayah panas bumi seperti Way Ratai, metode gravitasi telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi kontras densitas bawah permukaan yang berkaitan dengan struktur geologi pengontrol sistem panas bumi. Pemetaan anomali gravitasi di daerah ini dapat mengungkap rekahan mayor, kubah lava atau kantong magma (sumber panas), serta lapisan batuan penahan reservoir (Rasimeng dkk., 2024). Dengan mengetahui lokasi struktur batuan yang berpengaruh (misalnya sesar aktif atau intrusi dalam), eksplorasi geotermal dapat ditargetkan lebih tepat. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan metode satelit (GOCE/GGMplus) mampu secara cepat menandai area prospek panas bumi potensial sebelum survei lapangan detil. Oleh karena itu, penerapan survei gravitasi baik konvensional maupun berbasis data satelit di Gunung Seulawah Agam diharapkan dapat mengidentifikasi pola kontras densitas dan struktur bawah permukaan (misalnya zona sesar/rekahan, batas litologi, serta indikasi tubuh intrusi) yang berperan dalam pengontrolan sistem geotermal (Sarkowi dkk., 2021). Hasilnya diharapkan menjadi dasar interpretasi awal yang penting untuk memahami kontrol struktur terhadap sistem panas bumi Seulawah Agam serta membantu penentuan zona prospek untuk kajian lanjutan.

Berdasarkan keberhasilan metode gravitasi pada wilayah lain, analisis anomali gravitasi menggunakan data GGMPlus dipandang berpotensi untuk diterapkan pada kawasan Gunung Seulawah Agam sebagai tahap eksplorasi awal. Pemetaan anomali *Bouguer*, pemisahan regional–residual, serta pemodelan inversi 2D diharapkan mampu mengungkap pola kontras densitas dan struktur bawah permukaan, terutama indikasi sesar, zona rekahan, dan kemungkinan keberadaan tubuh intrusi yang berperan dalam pengontrolan sistem hidrotermal. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai karakteristik bawah permukaan Gunung Seulawah Agam dan menjadi dasar untuk penentuan zona prospek serta kajian lanjutan pada sistem panas bumi setempat.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi pola anomali gayabarat di kawasan Gunung Seulawah Agam berdasarkan analisis data gravitasi.
2. Menganalisis hubungan antara anomali gayabarat dengan struktur geologi seperti sesar dan zona rekahan yang berperan dalam sistem panas bumi.
3. Memodelkan struktur bawah permukaan menggunakan inversi 2D untuk menginterpretasikan distribusi densitas batuan di daerah penelitian.

1.3 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi tambahan mengenai kondisi struktur bawah permukaan di kawasan panas bumi Gunung Seulawah Agam.
2. Menjadi data pendukung dalam interpretasi sistem panas bumi, khususnya terkait struktur geologi yang berperan sebagai jalur sirkulasi fluida hidrotermal.
3. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya dalam eksplorasi panas bumi menggunakan metode gayabarat.