

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA  
RESERVOAR PANASBUMI LAPANGAN SUOH, LAMPUNG BARAT  
BERDASARKAN ANALISIS GRADIEN DAN PEMODELAN INVERSI 3D  
ANOMALI GAYABERAT**

(Skripsi)

Oleh  
**AMALIA RAMADHONA**  
**NPM 2215051066**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA  
RESERVOAR PANASBUMI LAPANGAN SUOH, LAMPUNG BARAT  
BERDASARKAN ANALISIS GRADIEN DAN PEMODELAN INVERSI 3D  
ANOMALI GAYABERAT**

Oleh  
**AMALIA RAMADHONA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2026**

## ABSTRAK

### **IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA RESERVOAR PANASBUMI LAPANGAN SUOH, LAMPUNG BARAT BERDASARKAN ANALISIS GRADIEN DAN PEMODELAN INVERSI 3D ANOMALI GAYABERAT**

Oleh

**Amalia Ramadhona**

Lapangan panasbumi Suoh, Lampung Barat, merupakan salah satu wilayah prospek yang dikontrol oleh aktivitas tektonik dan vulkanik, sehingga diperlukan kajian bawah permukaan untuk memahami sistem panasbumi secara lebih detail. Metode gayaberat digunakan dengan memanfaatkan data GGMPlus yang diolah melalui tahapan koreksi hingga diperoleh anomali Bouguer lengkap. Analisis spektrum digunakan untuk memisahkan anomali regional dan residual, sedangkan analisis turunan *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD) digunakan untuk mengidentifikasi batas struktur geologi. Pemodelan inversi 3D dilakukan untuk memperoleh distribusi densitas bawah permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai anomali Bouguer lengkap berada pada kisaran tertentu yang mencerminkan variasi densitas batuan di daerah penelitian. Analisis gradien menunjukkan keberadaan beberapa struktur sesar utama berarah dominan baratlaut–tenggara yang berperan sebagai jalur fluida panas. Hasil inversi 3D menunjukkan distribusi densitas berkisar antara 2,1 hingga 2,7 g/cm<sup>3</sup>. Zona dengan densitas rendah (<2,3 g/cm<sup>3</sup>) diinterpretasikan sebagai reservoir panasbumi, sedangkan zona berdensitas lebih tinggi (>2,5 g/cm<sup>3</sup>) berfungsi sebagai batuan penudung. Zona reservoir diperkirakan berada pada kedalaman sekitar 600 hingga 1500 meter di bawah permukaan. Secara keseluruhan, sistem panasbumi Suoh dikontrol oleh struktur geologi aktif yang mempengaruhi distribusi densitas dan permeabilitas batuan. Informasi posisi reservoir terhadap kawasan hutan konservasi menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan energi panasbumi yang berkelanjutan.

Kata Kunci : Analisis Gradien, Inversi 3D, Panasbumi Suoh, Struktur Geologi, Zona Reservoir.

## ***ABSTRACT***

### **IDENTIFICATION OF SUBSURFACE STRUCTURES AND GEOTHERMAL RESERVOIR ZONES IN THE SUOH GEOTHERMAL FIELD, WEST LAMPUNG BASED ON GRADIENT ANALYSIS AND 3D INVERSION MODELING OF GRAVITY ANOMALIES**

By

**Amalia Ramadhona**

The Suoh geothermal field, West Lampung, is one of the prospective areas controlled by tectonic and volcanic activities, requiring subsurface studies to better understand the geothermal system. The gravity method was applied using GGMPPlus data, which were processed through correction stages to obtain the complete Bouguer anomaly. Spectral analysis was used to separate regional and residual anomalies, while derivative analyses, including First Horizontal Derivative (FHD) and Second Vertical Derivative (SVD), were employed to identify geological structure boundaries. Three-dimensional inversion modeling was conducted to obtain the subsurface density distribution. The results indicate that the complete Bouguer anomaly reflects variations in rock density within the study area. Gradient analysis reveals several major fault structures trending northwest–southeast, which act as pathways for geothermal fluid flow. The 3D inversion results show density values ranging from 2.1 to 2.7 g/cm<sup>3</sup>. Low-density zones (<2.3 g/cm<sup>3</sup>) are interpreted as geothermal reservoirs, while higher-density zones (>2.5 g/cm<sup>3</sup>) function as caprock. The reservoir zone is estimated to be located at depths of approximately 600 to 1500 meters below the surface. Overall, the Suoh geothermal system is controlled by active geological structures that influence the distribution of density and rock permeability. The position of the reservoir relative to the forest conservation area is an important consideration for sustainable geothermal energy development.

Keywords: 3D Inversion, Geological Structure, Gradient Analysis, Reservoir Zone, Suoh Geothermal,.

Judul Skripsi : Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dan  
Zona Reservoir Panasbumi Lapangan Suoh,  
Lampung Barat Berdasarkan Analisis Gradien Dan  
Pemodelan Inversi 3D Anomali Gayaberat

Nama Mahasiswa : **Amalia Ramadhona**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2215051066

Program Studi : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik



**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.  
NIP. 197112101997021001

Rahmi Mulyasari, S.Pd., M.T.  
NIP. 199102072018032001

**2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika**

Dr. Ir. Syamsurrijal Rasimeng, S.Si., M.Si., C.EIA, IPM.  
NIP. 197307162000121002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

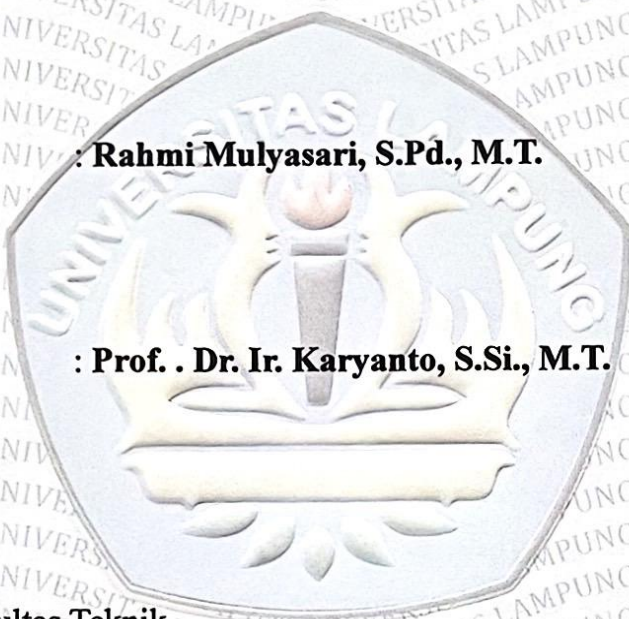
**: Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.**

**Sekretaris**

**: Rahmi Mulyasari, S.Pd., M.T.**

**Anggota**

**: Prof. . Dr. Ir. Karyanto, S.Si., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

**NIP 196910302000031001**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 10 April 2026**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi berjudul “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dan Zona Reservoir Panasbumi Lapangan Suoh, Lampung Barat Berdasarkan Analisis Gradien dan Pemodelan Inversi 3D Anomali Gayaberat” merupakan karya ilmiah yang saya susun secara mandiri berdasarkan data, hasil analisis, serta pengetahuan yang diperoleh selama proses penelitian. Skripsi ini disusun tanpa memuat karya atau gagasan pihak lain yang telah dipublikasikan, kecuali yang secara tegas dicantumkan dan dirujuk sebagai sumber dalam penulisan.

Dengan penuh tanggung jawab, saya menyusun pernyataan ini secara jujur. Apabila di masa mendatang ditemukan adanya kekeliruan atau pelanggaran terhadap orisinalitas karya, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 April 2026



**Amalia Ramadhona**

NPM. 2215051066

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dengan nama Amalia Ramadhona lahir di Pendopo, pada tanggal 20 Oktober 2004. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak Usmanto dan Ibu Suparti Heryani, serta menempati urutan ketiga dari empat bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Wijaya Kusuma Pendopo pada tahun 2009–2010, kemudian melanjutkan ke SD YKPP Pendopo pada tahun 2010–2016. Setelah itu, penulis menempuh pendidikan di SMP YKPP Pendopo hingga lulus pada tahun 2019. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri 2 Unggulan Talang Ubi dan lulus pada tahun 2022. Setelah menyelesaikan pendidikan sebelumnya, penulis melanjutkan studi ke Universitas Lampung dan resmi menjadi mahasiswa Teknik Geofisika pada tahun 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjalani pendidikan di perguruan tinggi, penulis aktif berpartisipasi dalam berbagai kegiatan, baik di bidang akademik maupun non-akademik. Penulis memiliki pengalaman sebagai Asisten Praktikum Geologi Dasar pada tahun 2024, Asisten Praktikum Metode Gayaberat pada tahun 2025, serta Asisten Praktikum Eksplorasi Geotermal pada tahun 2026. Selain itu, penulis juga berperan sebagai tutor dalam kegiatan pembelajaran di luar praktikum. Dalam kegiatan organisasi, penulis aktif sebagai anggota bidang Kaderisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika Bhuwana Universitas Lampung periode 2023–2025, anggota divisi Research Development & Competition Enhancement Himpunan Ahli Geofisika Indonesia SC Unila periode 2023-sekarang, Anggota divisi Marketing & Communication AAPG SC Unila 2025-sekarang, Anggota Kemuslimahan Fossi FT

UNILA pada tahun 2023. Selain itu, penulis juga terlibat dalam berbagai kegiatan kepanitiaan, antara lain menjadi Sekretaris Pelaksana program kerja Latihan keterampilan manajemen mahasiswa tingkat dasar (LKMMTD) HIMA TG BHUWANA pada tahun 2023, anggota divisi acara dalam acara nasional *Geophysics Academic and Event* (GEAVENT), dan pada tahun 2024, penulis berperan sebagai Bendahara Pelaksana dalam kegiatan nasional *Geophysics Whiz Event and Seminar* (GWES) ke-10.

Penulis aktif mengikuti kompetisi serta kegiatan akademik di kampus maupun di luar kampus. Pada tahun 2023, penulis mengikuti lomba *photo contest* dalam acara nasional GWES ke 9 dan menjadi juara Favorit. Pada tahun yang sama, penulis mengikuti lomba paper poster Geotrap yang dilaksanakan oleh Universitas Padjajaran. Penulis juga merupakan penerima Intensif Program Kreativitas mahasiswa (PKM) bidang Artikel Ilmiah tingkat fakultas Teknik pada tahun 2024. Dalam publikasi ilmiah, penulis penulis berhasil mempublikasi prosiding berjudul “Analisis Tingkat Risiko Kawasan Bencana gunung Merapi Daerah Kabupaten Sleman Melalui Pendekatan Sistem Informasi Geografis” pada tahun 2024.

Dalam rangka pengabdian kepada masyarakat, penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Waras, Kecamatan Bukit Kemuning, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung. Setelah itu, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT GeoDipa Energi (Persero), Jakarta Selatan pada Juli–Agustus 2025 dengan judul “Pengolahan Data Gayaberat dengan Pemisahan Anomali Regional dan Residual menggunakan *Bandpass Filter* Daerah Panasbumi candi Umbul Telomoyo, Banyubiru, Jawa Tengah”. Penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir (TA) pada bulan November 2025 hingga April 2026 dengan judul “ Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dan Zona Reservoir Panasbumi Lapangan Suoh, Lampung Barat berdasarkan Analisis Gradien dan Pemodelan Inversi 3D Anomali Gayaberat” untuk memperoleh gelar sarjana yang dilakukan di jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.

## **PERSEMBAHAN**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, kemudahan, serta kekuatan yang senantiasa diberikan hingga karya ini dapat terselesaikan. Karya sederhana ini penulis persembahkan dengan penuh cinta dan hormat kepada:

### **Ayah dan Ibu tercinta**

Karya ini bukan sekedar lambaran yang tersusun rapi, tetapi potongan perjalanan yang diam-diam selalu menyimpan nama Ayah dan Ibu di setiap langkahnya.

Terimakasih atas setiap pengorbanan yang mungkin tidak pernah terlihat sepenuhnya, atas langkah-langkah berat yang kalian ringankan agar penulis bisa sampai di titik ini. Dalam diam Ayah penulis belajar tentang keteguhan menghadapi hidup, dan dalam doa Ibu penulis selalu menemukan alasan untuk tidak menyerah. Setiap langkah yang penulis tempuh hari ini adalah hasil dari cinta kalian yang tidak pernah berhenti. Jika penulis bisa sampai sejauh ini, itu bukan karena kuat, tapi karena selalu punya kalian sebagai tempat pulang. Terima kasih telah menjadi rumah yang selalu menerima, dalam keadaan apa pun.

### **Abang, Mbak ya dan Adikku tersayang**

Terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah, berbagi cerita, sekaligus penguat dan penyemangat dalam setiap proses yang penulis lalui. Terima kasih atas doa yang tak pernah terputus, bahkan dalam hal-hal kecil yang sering kali tidak terucap. Kehadiran kalian selalu mengingatkan bahwa penulis tidak pernah benar-benar sendiri dalam menghadapi setiap tantangan. Semoga langkah yang penulis capai hari ini bisa menjadi kebanggaan dan kebahagiaan untuk kalian.

## **Teknik Geofisika Universitas Lampung**

Karya ini penulis persembahkan kepada keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung, terutama Granit 2022, yang telah menjadi rumah dalam perjalanan ini. Terima kasih atas kebersamaan yang terjalin di antara lelah dan harapan, serta dukungan yang hadir dalam diam namun penuh makna. “Granit” bukan sekadar nama angkatan, tetapi tempat penulis belajar tentang arti bertahan, saling menguatkan, dan tumbuh bersama hingga akhir.

### **Diriku Sendiri**

Perjalanan ini tidak selalu terang, sering kali dipenuhi ragu, lelah, dan sunyi, terlebih saat harus melangkah jauh dari rumah dan belajar bertahan di tempat yang tidak selalu terasa ramah. Ada hari-hari ketika semuanya terasa berat, ketika rindu tidak punya tempat pulang, dan ketika langkah terasa terlalu lambat untuk disebut kemajuan. Namun, di tengah semua itu, langkah kecil tetap diambil meski pelan, meski tidak selalu yakin, dan setiap langkah itu diam-diam membawa pelajaran tentang sabar, tentang kuat, dan tentang bagaimana tetap bertahan. Terima kasih untuk diri yang tetap bertahan, yang tidak benar-benar menyerah meskipun berkali-kali hampir berhenti. Tidak semua langkah terlihat, tidak semua cerita terdengar, tetapi semuanya pernah dilalui dengan diam dan keberanian yang mungkin bahkan tidak disadari. Hingga akhirnya sampai di titik ini, bukan karena jalan yang mudah, tetapi karena diri ini terus memilih untuk tidak padam. Seperti cahaya kecil di tengah gelapnya malam, yang tetap menyala meski hampir redup itu adalah kamu, yang perlahan akan menemukan caranya sendiri untuk bersinar.

Kamu hebat.

## MOTTO

*“Allah is the best of planners”*

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya, Dia mendapat (pahala) dari kebajikan yang dikerjakannya dan mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya ”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”

-Umar Bin Khattab

“Aku tidak datang sejauh ini hanya untuk berhenti di tengah jalan, ada doa yang tak pernah putus, keringat yang tak terlihat, dan perjuangan Ayah dan Ibu yang selalu menguatkan setiap langkahku. Jika aku ingin menyerah, aku harus ingat bahwa langkahku hari ini adalah hasil dari cinta yang tidak pernah berhenti memperjuangkanmu”

-Amalia Ramadhona

*“The deeper the night, the brighter the stars”*

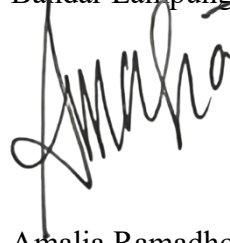
-BTS, Mikrokosmos

## KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, karunia, serta kemudahan yang dilimpahkan, sehingga skripsi yang berjudul “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dan Zona Reservoir Panasbumi Lapangan Suoh, Lampung Barat Berdasarkan Analisis Gradien dan Pemodelan Inversi 3D Anomali Gayabarat” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini dilakukan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan dan keterbatasan, baik dalam pengolahan data maupun interpretasi geofisika. Meskipun demikian, berkat bantuan, dukungan, doa, serta bimbingan dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan di masa yang akan datang. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, serta pengembangan ilmu pengetahuan, terutama di bidang geofisika eksplorasi dan panasbumi.

Bandar Lampung, 14 April 2026



Amalia Ramadhona  
NPM. 2215051066

## SANWACANA

Alhamdulillahirabbil ‘alamin, dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas limpahan rahmat, nikmat, pertolongan, dan kemudahannya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan dan Zona Reservoir Panasbumi Lapangan Suoh, Lampung Barat Berdasarkan Analisis Gradien dan Pemodelan Inversi 3D Anomali Gayaberat”** dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wassalam sebagai teladan terbaik dalam setiap aspek kehidupan. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa dukungan, bantuan, serta kontribusi dari berbagai pihak memiliki peran yang sangat penting. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat, penghargaan, dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si., C.EIA., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, atas dukungan, arahan, serta fasilitas yang diberikan selama masa studi.
3. Bapak Dr. Alimuddin Muchtar, S.Si., M.Si., C.EIA. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU., selaku Dosen Pembimbing I, atas segala arahan yang mendalam, bimbingan yang penuh kesabaran, serta masukan yang berharga dan penuh perhatian selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Rahmi Mulyasari, S.Pd., M.T, selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, masukan, serta dorongan semangat yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan setiap tahapan penyusunan skripsi ini.

6. Prof. Karyanto, S.Si., M.T., selaku Dosen Penguji, atas evaluasi, masukan, dan saran yang sangat berarti dalam menyempurnakan penulisan skripsi ini.
7. Ibu Nanda Hanyfah, selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan, perhatian, serta dukungan yang senantiasa diberikan kepada penulis selama menjalani proses perkuliahan.
8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung, atas segala ilmu, bimbingan, serta pengalaman yang telah diberikan sehingga menjadi bekal berharga bagi penulis selama menempuh pendidikan.
9. Cinta yang tidak pernah banyak bicara, tetapi selalu ada dalam setiap langkah penulis yaitu Ayah, yang tidak benar-benar hidup untuk dirinya sendiri. Yah, terimakasih atas jerih payah yang ayah korbankan untuk anak-anak ayah bisa mendapatkan kehidupan dan pendidikan yang layak. Dari keteguhan, kerja keras dan kesabaran mu, penulis belajar untuk bertahan, menjadi kuat, sehingga sekarang penulis bisa menjadi Sarjana seperti yang ayah katakan. Terimakasih yah selalu menguatkan penulis sehingga dapat berdiri menjadi gadis yang kuat dan dapat melewati banyak hal. Selalu ingatkan penulis untuk terus melibatkan Allah dalam setiap urusan. Ayah, terimakasih sudah merelakan hidup ayah untuk kami yah. *Ayah hidup lebih lama, agar aku tetap hidup.*
10. Wanita yang selalu menyimpan nama penulis dalam setiap doa, pintu surgaku Ibu, bu terimakasih yang terucap tak akan pernah mampu membalas semua rasa sakit saat melahirkanku, tangisanmu saat aku belum mampu memahami dunia, dan lelahmu saat membesarkanku hingga berada di titik ini. Dalam setiap langkah penulis, selalu ada namamu yang ikut berjalan menguatkan di saat lelah, menenangkan di saat ragu. *Bu, nyawaku nyala karena denganmu.* Terimakasih sudah menjadi ibuku yang sangat cantik dan sangat baik. Semoga Allah selalu menjaga, memberikan kesehatan, dan memanjangkan umurmu. Izinkan penulis kelak membalas sedikit saja dari semua cinta yang telah ibu berikan, menjadi anak yang mampu membuatmu tersenyum bangga, dan selalu ada untukmu sebagaimana engkau selalu ada untuk penulis.
11. Abang, Mbak Ya, dan Adikku tersayang, yang menjadi tempat pulang yang selalu ada, penguat di setiap langkah, penghibur saat merasa sedih dan bagian dari alasan penulis tetap bertahan hingga sejauh ini. Terimakasih sudah menjadi

abang, mbak dan adik yang sangat tulus, yang cintanya tidak banyak kata tetapi selalu terasa. Terimakasih sudah menerima penulis dalam keadaan apapun dan menjadi garda terdepan untuk penulis. Selalu saling melindungi ya, kita buat bangga Ayah dan Ibu.

12. Keluarga Divisi *Exploration Production Dieng & Patuha Division* (EPDP) PT Geodipa Energi (Persero), terkhusus Bapak Chevy Iskandar dan Bapak Jamil Fajri selaku pembimbing lapangan yang telah membantu dalam memberikan arahan serta bimbingan dalam pelaksanaan Kerja Praktik.
13. Sobat Geodipa yaitu Edu Hokkop Siregar, Randi Suwandi, dan Raditya Daniswara Nugroho Gunawan, teman Kerja Praktik penghuni meja uno lantai 6, yang selalu tebak-tebakan mobil karyawan perusahaan, selalu ikut deg-degkan setiap presentasi progres, dan yang paling duluan pulang di jam 17.00 WIB, semuanya menjadi cerita yang tidak terlupakan. Terimakasih sudah kebersamai selama kerja praktik *Hope we can meet again as the best version of ourselves.*
14. Tyas Puspaningsih, tetangga kamar nomor 21, *partner in crime* sekaligus *partner* dalam banyak hal, terimakasih untuk selalu ada sebagai penyemangat, tempat berbagi cerita yang tidak pernah habis, tempat pulang saat lelah, serta teman yang menemani dalam suka dan duka. Terimakasih untuk momen sederhana yang begitu berarti, dari rekomendasi film bagus, *hunting* makanan enak, jalan-jalan tanpa arah di Bandar Lampung dengan Beat Merput kebanggaan kita, sampai nyoba hal-hal baru yang seru. Semoga cerita kita terus berlanjut sampe jadi nenek-nenek. Ayo kita realisasikan mimpi kita buat keliling dunia dan nonton konser idola kita. *South Korea, wait for us!*
15. Hanifah, Nur Asia Azam, Hafizah, Siti Mahmudah, Galuh Andini, Aulia Nisya, Amelia Putri Anggraeni, Yeni Marsela dan Indira Audita, cung-cung cantikku yang menjadi tempat bertukar cerita dan teman repot terutama bersihin ruangan TG bareng. Terimakasih sudah menemani penulis sedari mahasiswa baru hingga sekarang ini, dan terimakasih sudah membuat cerita perkuliahan lebih bewarna dan menjadi kenangan yang indah.

16. Makan Apa Hari Ini team yaitu Husnul Mubarak dan Fitra Rahmadani, yang selalu setia menemani sejak kepulangan Kerja Praktik penulis hingga menjadi partner setia mencari makanan. Terimakasih untuk momen sederhana yang selalu menyenangkan di setiap perjalanan *hunting* makanan enak. *Next, makan apalagi kita?*
17. Nofita Fatmawati, Serli Marlina, Presti Diah Utami, Salsabila Warohmah, Khalila Wardah dan Syeikha Puspita sobat geothermal areaku, Terima kasih telah menjadi tempat bertukar pikiran, berbagi saran dan masukan, serta tempat bertanya di saat penulis merasa kebingungan.
18. Ofelin Faras Canda Sinaga, sahabat kecilku yang setia menanti kepulanganku dari tanah rantau. Terimakasih untuk kehadiranmu yang selalu menjadi penguat dari jauh.
19. Keluarga besar Teknik Geofisika Angkatan 2022, terimakasih sudah menjadi keluarga kedua sekaligus rumah tempat penulis pulang sejak perjalanan kaderisasi hingga sekarang ini, dan terimakasih untuk waktu serta kebersamaan yang telah kita lalui.
20. Bangtan Sonyeondan (BTS), yang melalui pesan, karya, cinta, serta perjalanan mereka yang menjadi inspirasi bagi penulis untuk terus berusaha dan menjalankan hidup dengan baik. Terimakasih sudah menemani masa muda dan hari-hari penulis *Don't be trapped in someone else's dream.*
21. Diriku sendiri, Amalia Ramadhona, yang sangat keren karena bisa sampai pada tahap ini.
22. Terakhir, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bantuan, dukungan, dan kontribusi yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.

Bandar Lampung, 14 April 2026



Penulis  
Amalia Ramadhona

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>xii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Lokasi Penelitian .....	5
2.2 Geologi Regional .....	5
2.3 Stratigrafi.....	9
2.4 Kawasan Hutan Daerah Penelitian.....	11
2.5 Penelitian Terdahulu .....	13

<b>III. TEORI DASAR.....</b>	<b>16</b>
3.1 Metode Gayaberat .....	16
3.2 Prinsip Dasar Metode Gayaberat .....	16
3.2.1 Gayaberat Newton.....	16
3.2.2 Percepatan Gayaberat.....	17
3.2.3 Potensi Gravitasi .....	19
3.3 Densitas Batuan.....	20
3.4 Koreksi-Koreksi dalam Metode Gayaberat.....	21
3.4.1 Koreksi Lintang.....	21
3.4.2 Koreksi Udara Bebas ( <i>Free Air Correction</i> ).....	22
3.4.3 Koreksi Bouguer .....	23
3.4.4 Koreksi Medan ( <i>Terrain Correction</i> ).....	23
3.4.5 Anomali Bouguer .....	24
3.5 Penentuan Densitas Permukaan .....	25
3.5.1 Metode Nettleton.....	25
3.5.2 Metode Parasnis .....	26
3.6 Analisis Spektrum .....	27
3.7 Filter <i>Moving Average</i> .....	29
3.8 <i>First Horizontal Derivative (FHD)</i> .....	30
3.9 <i>Second Vertical Derivative (SVD)</i> .....	31
3.10 <i>Inversi Modelling 3D</i> .....	30
3.11 Sistem Panasbumi .....	31
<b>IV. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
4.2 Alat dan Bahan.....	36
4.3 Prosedur Penelitian.....	37
4.3.1 Studi Literatur .....	37
4.3.2 Pengambilan Data .....	37
4.3.3 Koreksi Data.....	37
4.3.4 Anomali Bouguer Lengkap.....	38
4.3.5 Analisis Spektrum .....	38
4.3.6 Pemisahan Anomali Regional dan Residual .....	38

4.3.7	<i>Analisis Derivative</i> .....	39
4.3.8	<i>Inverse Modelling</i> .....	39
4.4	Diagram Alir Penelitian .....	40
<b>V.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>41</b>
5.1	Anomali Bouguer Lengkap .....	42
5.2	Analisis Spektrum .....	42
5.2.1	Lintasan A-A' .....	44
5.2.2	Lintasan B-B' .....	44
5.2.3	Lintasan C-C' .....	45
5.2.4	Lintasan D-D' .....	45
5.3	Anomali Regional .....	46
5.4	Anomali Residual.....	48
5.5	Analisis Derivatif .....	49
5.5.1	<i>First Horizontal Derivative</i> .....	50
5.5.2	<i>Second Vertical Derivative</i> .....	51
5.6	<i>Inversi Modelling 3D</i> .....	58
5.6.1	Lintasan A-A' .....	60
5.6.2	Lintasan B-B' .....	62
5.6.3	Lintasan C-C' .....	64
5.7	Identifikasi Sistem Panasbumi Suoh.....	66
5.7.1	Identifikasi Struktur dan Zona Reservoir Panasbumi.....	66
5.7.2	Ketersediaan Zona Reservoir pada Kawasan Hutan .....	68
5.7.3	Model Konseptual Sistem Panasbumi Daerah Penelitian .....	69
<b>VI.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>71</b>
6.1	Kesimpulan .....	71
6.2	Saran.....	72

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian .....	7
2. Peta Geologi Regional Suoh, Lampung Barat .....	8
3. Peta Kawasan Hutan Suoh, Lampung Barat .....	10
4. Gaya Tarik Menarik antar Dua Benda (Grandis, 2009) .....	17
5. Grafik Korelasi Antara Sebaran Nilai Anomali Bouguer dengan Topografi ...	26
6. Grafik hubungan antara ( $Gobs-Glintang+0,308765 h$ ) dan $\rho(2\pi Gh)$ .....	27
7. Model Sistem panasbumi (Dickson dan fanelli, 2004) .....	33
8. Diagram Alir Pengolahan Data .....	40
9. Peta Anomali Bouguer Lengkap daerah panasbumi Suoh .....	42
10. Lintasan Analisis Spektrum Anomali Bouguer Lengkap .....	43
11. Grafik LnA terhadap k Lintasan A-A' .....	44
12. Grafik LnA terhadap k Lintasan B-B' .....	44
13. Grafik LnA terhadap k Lintasan C-C' .....	45
14. Grafik LnA terhadap k Lintasan D-D' .....	45
15. Peta Anomali Regional.....	47
16. Peta Anomali Residual .....	48
17. Peta <i>First Horizontal Derivative</i> Anomali Bouguer Regional.....	52
18. Peta <i>Second Vertical Derivative</i> Anomali Bouguer Regional .....	53
19. Peta Indikasi <i>Heat Source</i> dan Patahan dari <i>Second Vertical Derivative</i> Anomali Bouguer Regional.....	54
20. Peta <i>First Horizontal Derivative</i> Anomali Bouguer Residual .....	55
21. Peta <i>Second Vertical Derivative</i> Anomali Bouguer Residual .....	56
22. Peta Indikasi Sesar dari <i>Second Vertical Derivative</i> Anomali Bouguer Residual bernilai 0.....	57

23. Peta Lintasan <i>Slicing</i> 3D dari Anomali Bouguer Residual .....	58
24. Model Distribusi Densitas 3D (a) Model 3D Dilihat dari Arah Selatan, (b) Model 3D Dilihat dari Arah Timur, (c) Model 3D Hasil <i>Slice</i> dari Arah Barat Daya sampai Timur Laut .....	59
25. Penampang Anomali Residual, Penampang Gradien Horizontal Orde 1 dan Orde 2 Anomali Residual, Model Distribusi Densitas Hasil Pemodelan Inversi Anomali dan hasil Interpretasi Struktur Sesar, lapisan penudung dan reservoir Panasbumi untuk Lintasan A-A' .....	61
26. Penampang Anomali Residual, Penampang Gradien Horizontal Orde 1 dan Orde 2 Anomali Residual, Model Distribusi Densitas Hasil Pemodelan Inversi Anomali dan hasil Interpretasi Struktur Sesar, lapisan batuan penudung dan reservoir Panasbumi untuk Lintasan B-B' .....	63
27. Penampang Anomali Residual, Penampang Gradien Horizontal Orde 1 dan Orde 2 Anomali Residual, Model Distribusi Densitas Hasil Pemodelan Inversi Anomali dan hasil Interpretasi Struktur Sesar, batuan penudung dan reservoir Panasbumi untuk Lintasan C-C' .....	65
28. Hasil <i>Plotting</i> perkiraan sesar berdasarkan analisis derivative .....	66
29. Konseptual Panasbumi hasil <i>Slicing</i> 3D sebanyak 3 lintasan .....	67
30. <i>Overlay</i> Peta Kawasan Hutan dengan Zona Reservoir Daerah Panasbumi Suoh .....	68
31. Model Konseptual Sistem Panasbumi Suoh .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Stratigrafi daerah penelitian (Amin dkk., 1993) .....	10
2. Penelitian Terdahulu.....	13
3. Nilai densitas batuan (Telford dkk., 1990).....	20
4. Operator Henderson dan Zietz (1949).....	32
5. Operator Elkins (1951).....	32
6. Operator Rosenbach (1953) .....	32
7. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	35
8. Alat dan Bahan .....	36
9. Kedalaman Anomali Regional dan Anomali Residual dari Analisis Spektrum	46

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Energi panasbumi termasuk dalam kategori energi terbarukan yang memiliki kapasitas besar untuk menunjang kemandirian dan ketahanan energi nasional, terutama sebagai solusi dalam menurunkan ketergantungan terhadap sumber energi berbasis fosil. Karena terletak di jalur tektonik aktif yang dikenal sebagai cincin api pasifik (*Ring of Fire*), Indonesia memiliki sumber daya panasbumi yang sangat melimpah dan termasuk yang terbesar secara global, dengan estimasi sumber daya mencapai sekitar 23,9 GW (ESDM, 2023). Kondisi ini menjadikan panasbumi sebagai salah satu alternatif energi bersih yang strategis dalam mendukung agenda transisi energi nasional. Diperkirakan terdapat kurang lebih 312 lokasi prospek panasbumi yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia, dengan mayoritas berada di sepanjang sabuk gunung api aktif yang memanjang dari bagian barat hingga timur kepulauan.

Secara geologi, sistem panasbumi terbentuk karena adanya interaksi antara aktivitas magmatik, fluida hidrotermal, dan struktur geologi di bawah permukaan bumi. Secara umum, suatu sistem panasbumi tersusun atas beberapa komponen utama, yaitu sumber panas sebagai penggerak energi, zona reservoir sebagai tempat akumulasi fluida, fluida sebagai media pembawa panas, serta lapisan penudung yang berfungsi mempertahankan kestabilan dan keberlangsungan sistem tersebut (Rybach, 1981). Karena komponen sistem tersebut tidak dapat diamati secara langsung, metode geofisika menjadi pendekatan penting dalam mengidentifikasi karakteristik bawah permukaan secara kuantitatif.

Wilayah Kabupaten Lampung Barat, terutama di area Lapangan Suoh, dikenal sebagai salah satu zona dengan dinamika tektonik yang sangat kompleks di bagian selatan Pulau Sumatera. Wilayah ini berada pada jalur Sesar Besar Sumatera (SBS), sebuah struktur tektonik memanjang yang terbentuk akibat pergerakan *oblique* subduksi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia (Iqbal dkk., 2023). Di kawasan ini, terdapat manifestasi panasbumi berupa mata air panas, fumarol dan danau kawah yang mengindikasikan adanya sistem tektonik dan magmatik yang saling berinteraksi (Sutawidjaja dkk., 2015). Aktivitas tektonik yang intens serta keberadaan manifestasi permukaan mengindikasikan adanya sistem panasbumi yang dikontrol oleh struktur geologi regional dan lokal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan di wilayah Suoh. Studi geokimia oleh Alfalah dkk. (2023) berfokus pada estimasi suhu reservoir melalui analisis kimia fluida, namun belum membahas konfigurasi struktur bawah permukaan secara spasial. Sarkowi dkk. (2014) mengidentifikasi struktur geologi regional Lampung Barat menggunakan metode geofisika, tetapi belum mengkaji sistem panasbumi Suoh secara spesifik dan terintegrasi. Sementara itu, kajian geomorfologi dan tektonik oleh Yudhicara dkk. (2025) belum mampu menentukan secara kuantitatif posisi serta kedalaman zona reservoir terhadap batas kawasan konservasi. Dengan demikian, hingga saat ini masih terdapat keterbatasan dalam pemodelan bawah permukaan secara tiga dimensi yang mampu menggambarkan distribusi densitas dan struktur pengontrol sistem panasbumi secara detail.

Kajian ini menjadi penting karena wilayah Suoh berada dekat kawasan hutan konservasi dan *geopark* Ranau Suoh. Kejelasan posisi zona reservoir terhadap batas kawasan lindung diperlukan agar eksplorasi panasbumi tidak menimbulkan konflik lingkungan maupun perizinan, sehingga dibutuhkan studi bawah permukaan yang objektif dan *non-invasif* untuk mendukung keputusan yang berkelanjutan.

Pada penelitian ini, metode gayaberat digunakan karena peka terhadap perbedaan densitas batuan bawah permukaan, sehingga efektif dalam mengidentifikasi struktur geologi, zona rekahan, dan variasi litologi yang berkaitan dengan sistem panasbumi. Analisis gradien dimanfaatkan untuk memperjelas batas struktur, sedangkan inversi tiga dimensi menggunakan GRAV3D dilakukan untuk memodelkan sebaran densitas secara menyeluruh. Pendekatan ini diterapkan guna meminimalkan ambiguitas dan menghasilkan model sistem panasbumi yang lebih akurat.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan Anomali Bouguer Lengkap pada wilayah panasbumi Suoh, Lampung Barat
2. Mendapatkan distribusi densitas bawah permukaan dari pemodelan inversi 3D anomali Bouguer residual serta mendapatkan batas dan pola struktur sesar dari analisis gradien
3. Menentukan Zona Reservoir panasbumi berdasarkan interpretasi distribusi densitas dan struktur geologi, serta mengevaluasi keberadaan reservoir terhadap batas kawasan hutan di wilayah Suoh.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini memanfaatkan data dari GGMPPlus yang termasuk dalam kategori data sekunder dan tersedia secara terbuka sehingga dapat digunakan untuk keperluan penelitian.
2. Penetapan batas kedalaman antara anomali regional dan residual dilakukan melalui pendekatan analisis spektrum.
3. Dalam penelitian ini, pemisahan anomali regional dan residual dilakukan melalui penerapan filter *moving average*.
4. FHD dan SVD digunakan pada anomali residual untuk interpretasi struktur dan pemodelan 3D di Suoh, Lampung Barat.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu menyajikan gambaran tiga dimensi kondisi bawah permukaan guna mengidentifikasi sistem panasbumi serta menentukan posisi zona reservoir terhadap kawasan lindung di sekitarnya. Hasilnya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan eksplorasi yang berkelanjutan dengan tetap memperhatikan aspek konservasi lingkungan.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Lokasi Penelitian**

Wilayah penelitian berada di Provinsi Lampung, lebih tepatnya di area panasbumi Suoh, yang termasuk dalam administrasi Kabupaten Lampung Barat. Secara geografis, wilayah ini terletak di bagian barat daya Pulau Sumatera dan secara tektonik dipengaruhi oleh interaksi aktif antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Kondisi tersebut menyebabkan daerah ini termasuk dalam zona vulkanik dan panasbumi yang masih aktif. Gambar 1 daerah penelitian berada pada koordinat  $5^{\circ}15'47.46''$  Lintang Selatan  $104^{\circ}15'52.51''$  Bujur Timur.

Topografi Suoh memperlihatkan variasi elevasi yang cukup signifikan, yakni sekitar 500 hingga 1,800 m, yang menunjukkan keberadaan bentang alam bergelombang seperti dataran, perbukitan, serta satuan puncak pegunungan. Perbedaan relief ini berhubungan erat dengan aktivitas tektonik dan vulkanik yang membentuk struktur geologi serta memfasilitasi migrasi fluida panas ke permukaan. Kondisi tersebut dibuktikan oleh keberadaan berbagai manifestasi geotermal, seperti mata air panas, fumarola, kolam lumpur, dan jalur rekahan, yang tersebar di sebagian besar area cekungan Suoh.

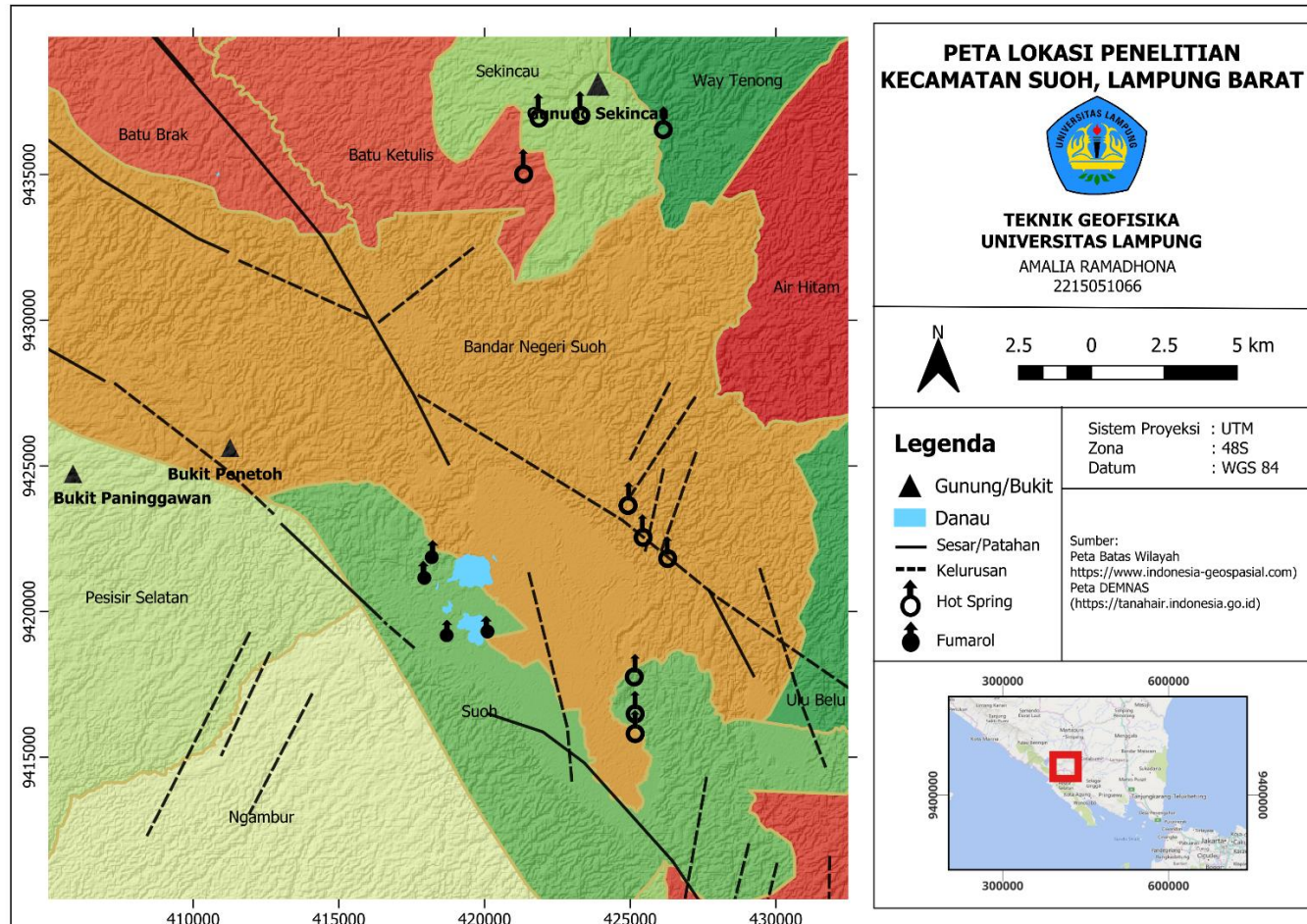
### **2.2 Geologi Regional**

Wilayah panasbumi Suoh berada di Kecamatan Suoh, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Kota Agung, kawasan danau nau Suoh dan Gunung Sekincau termasuk dalam zona Pegunungan Bukit Barisan yang merupakan bagian dari sistem busur vulkanik dengan umur Tersier hingga Kuartar. Keberadaan busur gunung api tersebut

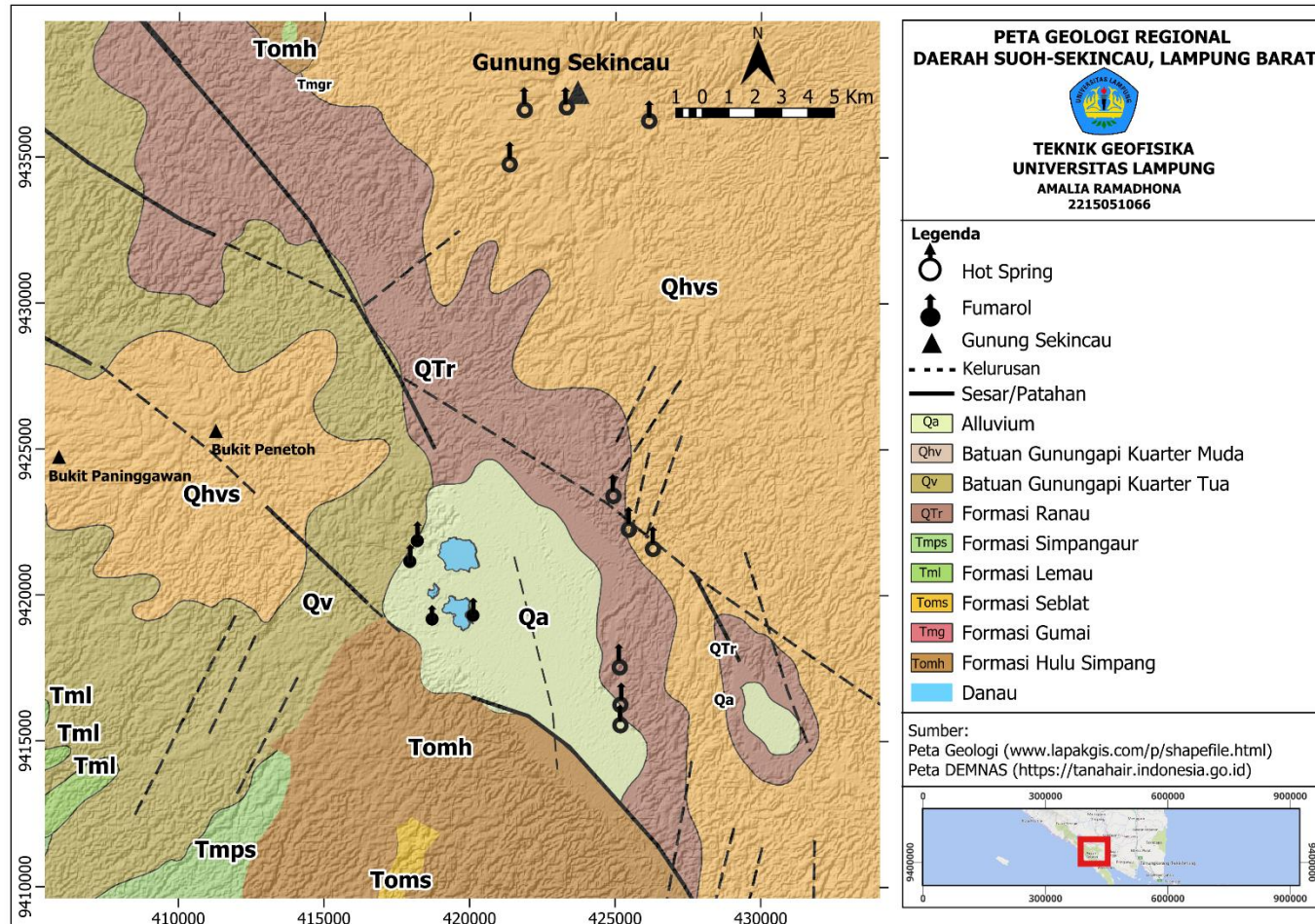
berkaitan dengan mekanisme penunjaman Lempeng Indo Selain itu, wilayah ini juga dipengaruhi oleh keberadaan Sesar Besar Sumatera yang memanjang dari arah barat laut ke tenggara. Peta geologi daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Morfologi pada kawasan panasbumi Suoh diidentifikasi dengan topografi yang relatif terjal, dengan keberadaan Danau Suoh membentuk suatu zona depresi di bagian tengah wilayah penelitian yang mencerminkan kontrol struktur tektonik. Danau ini berkembang akibat aktivitas sesar mendatar (*strike-slip*) yang membentuk cekungan tipe *pull-apart basin*. Ke arah barat daya, topografi kawasan secara bertahap berubah menjadi lebih landai hingga menuju pesisir barat Sumatera. Dari sisi geologi, wilayah ini dicirikan oleh pola kelurusan dominan berarah baratlaut–tenggara yang termasuk dalam Segmen Semangko pada sistem Sesar Besar Sumatera.

Secara geologi, wilayah Suoh tersusun atas beberapa satuan batuan yang terbentuk secara berurutan. Satuan batuan paling tua di daerah penelitian adalah Formasi Hulusimpang (Tomh) yang tersusun atas breksi gunungapi, lava, dan tuf. Di atasnya berkembang Formasi Ranau (QTr) yang didominasi oleh breksi batuapung dan tuf. Selanjutnya, terdapat Batuan Gunungapi Kuartar Tua (Qv) yang terdiri dari lava andesit–basalt, tuf, dan breksi vulkanik, kemudian ditutupi oleh Batuan Gunungapi Kuartar Muda (Qhv) yang tersusun atas breksi, lava, dan tuf. Manifestasi panasbumi umumnya ditemukan di sekitar Danau Suoh, khususnya pada zona kontak antara endapan aluvial dengan produk Gunungapi Kuartar Tua, sebagaimana dijelaskan oleh Amin dkk. (1993).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian daerah panasbumi Suoh



Gambar 2. Peta geologi regional Suoh, Lampung Barat (Modifikasi dari Amin dkk., 1993).

### 2.3 Stratigrafi

Secara stratigrafi, wilayah penelitian di Suoh didominasi oleh satuan batuan berumur Kuartar hingga Tersier. Urutan satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian, berdasarkan Peta Geologi Lembar Kota Agung, disusun dari yang termuda hingga tertua dan disajikan pada Tabel 1, dengan penjelasan masing-masing litologi sebagai berikut:

**a. Batuan Aluvium (Qa)**

Formasi ini tersusun atas material rombakan seperti bongkah, kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, hingga lumpur, dan secara geologi berumur Holosen.

**b. Batuan Gunungapi Kuartar Muda (Qhvs)**

Formasi ini memiliki ketebalan hingga mencapai 750meter dan tersusun atas breksi, lava, serta tuf dengan komposisi andesit-basalt yang berasal dari aktivitas Gunung Rindingan. Satuan ini berumur Holosen dan penyebarannya dominan di bagian tengah Pegunungan Bukit Barisan.

**c. Batuan Gunungapi Tua (Qv)**

Formasi ini berumur Holosen–Pleistosen dan tersusun atas lava andesit–basalt, tuf, serta breksi vulkanik. Ketebalannya mencapai sekitar 300meter dan penyebarannya berada di bagian barat laut zona Bukit Barisan. Proses pembentukan satuan ini berlangsung pada lingkungan pengendapan yang bervariasi, mulai dari darat hingga laut dangkal.

**d. Formasi Ranau (QTr)**

Formasi ini diberi nama tuf Ranau, formasi ini memiliki ketebalan sekitar 100–500 meter dan tersusun atas breksi batuapung, tuf mukaaan, tuf batuapung, serta fragmen kayu tersilikakan.

**e. Formasi Simpangaur (Tmps)**

Satuan ini tersusun atas batupasir tufaan, batulanau tufaan, tuf, serta konglomerat aneka bahan, yang di beberapa lokasi mengandung fosil moluska dan fragmen cangkang kerang, serta dijumpai sisipan tipis lignit.

**f. Formasi Lemau (Tml)**

Satuan ini terdiri atas batuan tufaan hingga batugampingan, disertai batulempung gampingan dengan sisipan tipis maupun lensa batugamping, serta mengandung fosil foraminifera dan moluska.

**g. Formasi Seblat (Toms)**

Satuan ini berupa selang-seling batulempung, batupasir, tufaan, serpih, dan batulanau yang umumnya bersifat gampingan, serta dijumpai lapisan tipis maupun lensa batugamping.

**h. Formasi Gumai (Tmg)**

Tersusun atas serpih berkarbonat, napal, batulempung, serta batulanau yang berkembang sebagai satuan sedimen halus.

**i. Formasi Hulusimpang (Tomh)**

Formasi ini tersusun atas breksi vulkanik, lava, dan tuf andesitik–basaltik yang telah teralterasi serta menunjukkan urat kuarsa dan mineralisasi sulfida. Umurnya Oligosen akhir–Miosen awal dan penyebarannya memanjang baratlaut–tenggara di Pegunungan Bukit Barisan.

Tabel 1. Stratigrafi daerah penelitian (Amin dkk., 1993).

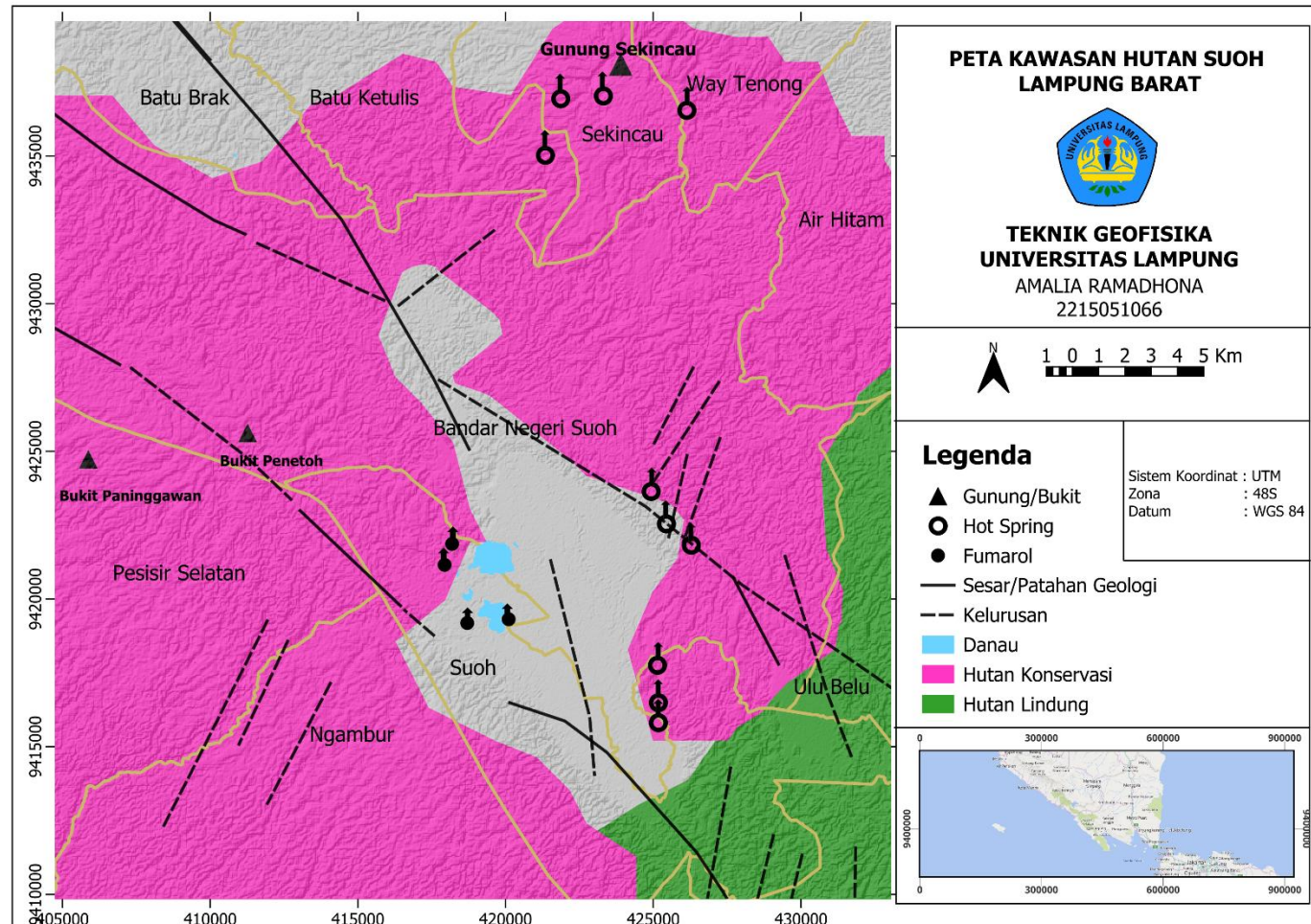
Umur		Batuan Vulkanik	Batuan Sedimen dan Trobosan Intrusif	
Kuartar	Holosen	Qv    Qhv	Qa	
	Plistosen	QTr		
Tersier	Pliosen			
	Miosen		Tmps	
		Akhir		
		Tengah	Tmg	Tml
	Awal			
	Oligosen		Toms    Tomh	
Eosen				
Mesozoikum	Jura dan Kapur			
	Perno-Trias			

## 2.4 Kawasan Hutan Daerah Penelitian

Peta Kawasan Hutan Suoh, Lampung Barat, menunjukkan kondisi spasial wilayah penelitian yang berada di sekitar kawasan hutan konservasi. Secara administratif, daerah ini termasuk dalam Kabupaten Lampung Barat dan berada pada sistem proyeksi UTM zona 48S dengan datum WGS 84. Peta ini menampilkan batas kawasan konservasi (ditunjukkan dengan warna merah muda), hutan lindung (warna hijau), dan unsur fisik berupa danau serta topografi perbukitan dan gunung.

Berdasarkan peta, wilayah Suoh berada di tengah kawasan konservasi yang cukup luas dan dikelilingi oleh bentang alam berbukit hingga bergunung. Keberadaan Gunung Sekincau, Bukit Paninggawan, dan Bukit Penetoh menunjukkan bahwa daerah ini memiliki relief yang relatif kompleks. Pola topografi yang bergelombang hingga terjal ini umumnya berkaitan dengan aktivitas tektonik dan vulkanik yang intens, sejalan dengan posisi wilayah Suoh yang berada pada jalur Sesar Besar Sumatera.

Area yang ditandai sebagai kawasan konservasi mencakup sebagian besar wilayah penelitian. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas eksplorasi panasbumi di daerah ini perlu mempertimbangkan aspek lingkungan dan batas tata ruang secara ketat. Keberadaan danau di bagian tengah kawasan juga menjadi indikasi aktivitas geologi masa lalu yang berpotensi berkaitan dengan sistem panasbumi. Secara spasial, wilayah Suoh berada di zona peralihan antara hutan konservasi dan hutan lindung. Kondisi ini menjadi faktor penting dalam interpretasi hasil penelitian, terutama dalam menentukan posisi zona reservoir terhadap batas kawasan lindung. Informasi ini sangat relevan karena keberadaan sistem panasbumi di dalam kawasan konservasi dapat memengaruhi kebijakan pengembangan dan perizinan eksplorasi.



Gambar 3. Peta kawasan hutan Suoh, Lampung Barat (Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan Kementerian Kehutanan, 2014)

## 2.5. Penelitian Terdahulu

Sebagai dasar penyusunan penelitian ini, dilakukan peninjauan terhadap sejumlah studi sebelumnya yang relevan dengan topik yang dibahas. Ringkasan penelitian tersebut disajikan dalam Tabel 1 yang memuat nama peneliti, judul, serta hasil utama masing-masing kajian. Telaah ini digunakan untuk memperjelas posisi penelitian yang dilakukan serta menegaskan aspek kebaruannya dibandingkan studi terdahulu.

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No	Penulis, Tahun & Judul	Hasil Penelitian
1	Sugianto dkk. (2017) Identifikasi Sistem Panasbumi Pantar berdasarkan Analisis Gradien Horizontal dan Pemodelan 3D Data Gayaberat	Penelitian ini menerapkan analisis gradien dan Pemodelan 3D anomali gayaberat untk mengidentifikasi sistem panasbumi Pantar. Analisis gradien horizontal mengungkap zona magnitudo tinggi yang berasosiasi dengan manifestasi panasbumi serta menunjukkan keberadaan sesar utama dan sesar-sesar minor di sekitarnya. Pemodelan 3D menunjukkan kontras densitas, dengan zona berdensitas tinggi diinterpretasikan sebagai batuan beku Gunung Sirung dan zona berdensitas rendah di sekitar sesar berpotensi sebagai reservoir, sementara sesar baratdaya–timurlaut berperan sebagai pengontrol utama sistem panasbumi Pantar.
2	Iqbal & Juliarka (2019) Analisis Kerapatan Kelurusan (Lineament Density) sebagai	Studi ini menganalisis densitas kelurusan di daerah Suoh–Sekincau menggunakan data DEMNAS untuk mengidentifikasi pola struktur permukaan yang berperan

No	Penulis, Tahun & Judul	Hasil Penelitian
	indikator tingkat permeabilitas di Lapangan Panasbumi Suoh-Sekincau, Lampung	dalam sistem panasbumi. Hasil penelitian mendapatkan pola kelurusan dominan barat laut tenggara.
3	Putri dan Harianja (2021) Identifikasi Prospek Panasbumi Radiogenik menggunakan Landsat-8 dan Gravitasi di Daerah Permis	Studi ini menganalisis Prospek panasbumi Radiogenik daerah Permis dengan Landsat-8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi data Landsat-8 dan anomali gayaberat berhasil mengidentifikasi dua zona anomali dengan suhu permukaan relatif tinggi ( $\pm 28$ °C), kelembaban tinggi, serta indikasi alterasi hidrotermal berasosiasi dengan manifestasi air panas. Analisis yang berasosiasi dengan manifestasi air panas. Analisis gravitasi mendukung temuan tersebut dengan mengungkap struktur dan distribusi densitas bawah permukaan yang mengindikasikan keberadaan potensi sumber panas radiogenik.
4	Zaenudin dkk. (2021) Identifikasi Sistem Panasbumi Hu'u Daha Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat menggunakan Pemodelan	Analisis SVD dan FFD menunjukkan kerapatan kelurusan tinggi (2–2,6 km/km <sup>2</sup> ) yang berkaitan dengan kontur SVD residual nol, mengindikasikan perkembangan sesar dangkal yang intens. Struktur dominan berarah barat laut–

No	Penulis, Tahun & Judul	Hasil Penelitian
	3D Inversi Metode Gravitasi, Analisis Derivative dan <i>Land Surface Temperature</i> .	tenggara berperan sebagai jalur utama sirkulasi fluida panas pada sistem panas bumi Lapangan Suoh.
5	Ramadan (2025) Identifikasi Daerah Prospek Reservoir Panasbumi Berdasarkan Metode Gayaberat dan Korelasi Geokimia Wiayah Suoh Lampung Barat	Hasil pemisahan anomali dan analisis FHD–SVD menunjukkan bahwa sistem panasbumi dikontrol oleh struktur sesar aktif. Pemodelan inversi 3D mengindikasikan keberadaan reservoir pada batuan vulkanik dan sedimen Kuarter, dengan batuan penudung berupa lempung dan batupasir halus. Analisis geokimia menunjukkan fluida bertipe klorida dengan estimasi suhu reservoir berkisar 250–300°C, sehingga sistem panasbumi Suoh dikategorikan sebagai sistem bertemperatur sedang hingga tinggi.
6	Restiana dkk. (2023) Analisis Struktur Patahan Daerah Suoh menggunakan Metode Gayaberat dan Penentuan Kerapatan Patahan	Penelitian ini memanfaatkan anomali gayaberat, inversi 3D, dan analisis turunan untuk mengidentifikasi struktur dan zona reservoir panasbumi di Suoh. Ditemukan zona densitas rendah pada kedalaman ±633–1500 m sebagai reservoir, yang ditutupi densitas lebih tinggi sebagai batuan penudung, menunjukkan metode ini efektif memetakan sistem tanpa data pboran.

### **III. TEORI DASAR**

#### **3.1 Metode Gayaberat**

Metode gayaberat menggunakan variasi gravitasi permukaan untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan. Perubahan nilai gravitasi ini dipengaruhi oleh faktor seperti densitas batuan, komposisi litologi, posisi terhadap pusat bumi, dan kondisi topografi (Sarkowi, 2014).

Keunggulan metode gayaberat dalam mendeteksi struktur bawah permukaan terletak pada sensitivitasnya terhadap perbedaan densitas batuan. Variasi densitas tersebut mencerminkan keberagaman jenis dan konfigurasi struktur geologi di bawah permukaan. Dengan kata lain, ketidakhomogenan distribusi densitas batuan sering kali berkaitan langsung dengan keberadaan struktur geologi yang mengontrol kondisi bawah permukaan (Setiadi dkk., 2010).

Perbedaan densitas batuan bawah permukaan dimanfaatkan dalam metode gayaberat, karena suatu tubuh batuan dapat memiliki massa yang berbeda, baik lebih besar maupun lebih kecil dari lingkungannya (Hidayat, 2011). Selain itu, nilai gayaberat juga dipengaruhi oleh faktor rotasi bumi dan kondisi topografi. Oleh karena itu, sebelum dilakukan interpretasi, pengaruh-pengaruh tersebut perlu dikoreksi terlebih dahulu agar respon yang dianalisis benar-benar mencerminkan struktur bawah permukaan.

#### **3.2 Prinsip Dasar Metode Gayaberat**

##### **3.2.1 Gayaberat Newton**

Dalam metode gayaberat, dasar teori yang digunakan adalah hukum gravitasi Newton, yang menjelaskan bahwa dua benda bermassa  $m_1$  dan  $m_2$  akan saling

tarik-menarik apabila dipisahkan oleh jarak  $r$ , sebagaimana digambarkan pada Gambar 4. Secara matematis persamaan gayaberat Newton diberikan oleh persamaan:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \quad (1)$$

Keterangan:

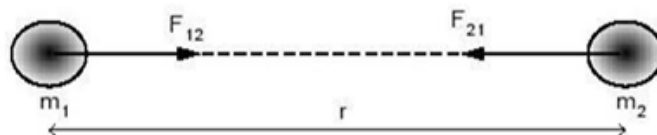
$\vec{F}$  : Gaya tarik menarik (Newton)

$G$  : Konstanta gravitasi ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg s}^{-2}$ ).

$m_1 m_2$  : Massa benda 1 dan massa benda 2 (kg)

$\hat{r}$  : Vektor satuan arah

$r$  : Jarak antar dua benda (m)



Gambar 4. Gaya tarik menarik antar dua benda (Grandis, 2009)

Gambar 4 menunjukkan Hukum I Newton, yaitu benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan selama tidak ada gaya yang bekerja padanya (Halliday, 2005).

### 3.2.2 Percepatan Gayaberat

Hukum II Newton menyatakan bahwa gaya berbanding lurus dengan percepatan dan massa suatu benda, sebagaimana dijelaskan oleh Isaac Newton. Hal ini menunjukkan bahwa percepatan meningkat dengan bertambahnya gaya, namun berkurang jika massa benda semakin besar.

$$\vec{F} = m\vec{g} \quad (2)$$

Akibat adanya gaya tarik dari benda bermassa  $M$  pada jarak  $r$ , suatu benda bermassa  $m$  akan mengalami percepatan yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (3)$$

Jika  $m$  pada Persamaan (2) adalah  $m_1$  dan  $m_2$  pada Persamaan (1) adalah  $M$ , maka substitusi menghasilkan persamaan berikut.

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{1}{m} \vec{F} = \frac{1}{m} \left( G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} \right) \quad (4)$$

$$\vec{g} = G \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (5)$$

Pada Persamaan (4),  $\vec{g}$  merepresentasikan percepatan gravitasi bumi yang juga dikenal sebagai medan gayaberat bumi. Besaran  $M$  menunjukkan massa bumi dalam kilogram,  $r$  adalah jari-jari bumi dalam meter, dan  $G$  merupakan konstanta gravitasi universal dengan nilai  $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$ . Persamaan (4) menunjukkan bahwa percepatan gravitasi berbanding lurus dengan massa bumi dan berbanding terbalik dengan kuadrat jari-jarinya (Santoso, 2002).

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow M = \rho V \quad (6)$$

Substitusi Persamaan (4) dengan Persamaan (5) dimana massa suatu benda sama dengan hasil kali massa jenis/rapat massa dengan volume, sehingga kita bisa mendapatkan persamaan rapat massa atau densitas. Mengacu pada Persamaan (4), percepatan gravitasi di permukaan bumi berada dalam rentang 9,6 sampai 10  $\text{m/s}^2$ . Besaran ini pertama kali diukur oleh Galileo Galilei, sehingga sebagai bentuk penghargaan terhadap kontribusinya, satuan percepatan gravitasi tidak hanya dinyatakan dalam sistem MKS ( $\text{m/s}^2$ ) maupun CGS ( $\text{cm/s}^2$ ), tetapi juga menggunakan satuan gal dan mGal. Penggunaan berbagai satuan ini bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan analisis, terutama dalam studi geofisika, di mana perubahan nilai gravitasi yang sangat kecil lebih mudah dalam satuan mGal. Hubungan konversi antar satuan tersebut bisa dijelaskan sebagai berikut:

$$1 \text{ Gall} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2 (\text{cgs}) \quad (7)$$

Satuan anomali gayaberat dalam kegiatan eksplorasi diberikan dalam orde miligal (mGal) :

$$1 \text{ mGal} = 10^{-3} \text{ Gal} \quad (8)$$

$$1 \mu\text{Gal} = 10^{-3} \text{ mGal} = 10^{-6} \text{ Gal} = 10^{-8} \text{ m/s}^2 \quad (9)$$

$$1 \text{ mGal} = 10 \text{ gu} = 10^{-5} \text{ m/s}^2 \quad (10)$$

Pada satuan m.k.s, gravitasi dilakukan pengukuran dalam gu (Gravitasi unit) atau  $\mu\text{m/s}^2$  (Octonovrilna dkk., 2009).

### 3.2.3 Potensi Gravitasi

Potensial gayaberat dapat dipahami sebagai energi yang diperlukan untuk memindahkan suatu massa dari satu titik ke titik lainnya dalam suatu medan gravitasi. Setiap benda yang memiliki massa akan menghasilkan medan potensial di sekelilingnya. Dalam medan gayaberat, besarnya usaha yang dilakukan tidak bergantung pada jalur perpindahan, melainkan hanya pada posisi awal dan akhir, karena medan gravitasi bersifat konservatif (Rosid, 2005). Menurut Blakely (1996), potensial pada suatu titik dapat diartikan sebagai besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan massa dari jarak tak hingga ke titik tersebut dalam medan gravitasi bumi.

$$V = Gm \int_{\infty}^r \frac{1}{r^2} dr \quad (11)$$

$$V = G \frac{m}{r^2} r \quad (12)$$

$$V = G \frac{m}{r} \quad (13)$$

Keterangan:

$V$  : Potensial Gravitasi

$G$  : Konstanta gravitasi universal ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kgs}^{-2}$ )

$r$  : Jarak (m)

$m$  : Massa benda (kg)

### 3.3 Densitas Batuan

Dalam penentuan percepatan gravitasi, densitas batuan menjadi parameter yang sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap nilainya. Berbagai faktor menentukan besarnya densitas batuan, antara lain komposisi material, tingkat kepadatan, porositas, jenis dan jumlah fluida dalam pori-pori, serta tekanan yang memicu proses pelapukan serta pemadatan. (Kirbani, 2001).

Telford dkk. (1990) menyatakan bahwa nilai densitas batuan bervariasi berdasarkan jenisnya, yang disajikan pada Tabel 3. Perbandingan antara distribusi densitas dari anomali residual dengan nilai pada tabel tersebut memungkinkan interpretasi litologi bawah permukaan sesuai kondisi geologi daerah penelitian. Perbedaan nilai densitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Nilai densitas batuan (Telford dkk., 1990).

<b>Jenis Batuan</b>	<b>Batas (g/cc)</b>	<b>Rata-rata (g/cc)</b>
<b>Batuan Sedimen</b>		
<i>Aluvium</i>	1,96-2,00	1,98
<i>Clay</i>	1,63-2,60	2,21
<i>Gravel</i>	1,70-2,40	2,00
<i>Loess</i>	1,40-1,93	1,64
<i>Silt</i>	1,80-2,20	1,93
<i>Sand</i>	1,70-2,30	2,00
<i>Sandstone</i>	1,61-2,76	2,35
<i>Shale</i>	1,77-3,20	2,40
<i>Limestone</i>	1,93-2,90	2,55
<i>Dolomit</i>	2,28-2,90	2,70
<i>Chalk</i>	1,53-2,60	2,01
<i>Halite</i>	2,10-2,60	2,22
<i>Glacier Ice</i>	0,88-0,92	0,90
<b>Batuan Beku</b>		
Riolit	2,39-2,70	2,52
Granit	2,50-2,81	2,64
Andesit	2,40-2,80	2,61
<i>Syenite</i>	2,60-2,95	2,77
<i>Basalt</i>	2,70-3,30	2,99
Gabro	2,70-3,50	3,37
<b>Batuan Metamorf</b>		
<i>Schist</i>	2,39-2,99	2,64
<i>Gneiss</i>	2,59-3,00	2,80

Jenis Batuan	Batas (g/cc)	Rata-rata (g/cc)
	<b>Batuan Metamorf</b>	
<i>Phylite</i>	2,68-2,80	2,74
<i>Slate</i>	2,70-2,90	2,79
<i>Granulite</i>	2,52-2,70	2,65
<i>Amphibolite</i>	2,90-3,04	2,96
<i>Aclogite</i>	3,20-3,54	3,37

### 3.4 Koreksi-koreksi dalam Metode Gayaberat

Menurut Telford dkk. (1990), bentuk bumi sebenarnya tidak benar-benar bulat sempurna, melainkan menyerupai ellipsoid, sehingga nilai gayaberat pada setiap titik di permukaannya tidak sama. Perubahan nilai gayaberat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain lintang, elevasi, topografi, efek pasang surut, dan perbedaan densitas batuan. Dengan demikian, seluruh faktor tersebut harus dipertimbangkan dalam pengukuran guna menghasilkan data yang akurat. Data gayaberat yang dikumpulkan di lapangan harus melalui tahap koreksi terlebih dahulu untuk menghilangkan pengaruh-pengaruh luar sebelum dilakukan pengolahan dan interpretasi. Setelah proses koreksi, diperoleh nilai anomali percepatan gravitasi yang dikenal sebagai Anomali Bouguer (Blakely, 1996).

#### 3.4.1 Koreksi Lintang

Koreksi lintang merupakan penyesuaian terhadap nilai gravitasi teramati ( $g_{obs}$ ) yang dipengaruhi oleh bentuk bumi yang menyerupai ellipsoid dan efek rotasi bumi (Pane, 2015). Nilai gravitasi berbeda pada setiap lintang karena perbedaan jarak terhadap pusat bumi, di mana gayaberat di daerah kutub lebih besar dibandingkan di khatulistiwa. Oleh karena itu, koreksi ini diperlukan agar data gravitasi menjadi lebih akurat dan dapat dibandingkan antar lokasi. Perbedaan jari-jari bumi di setiap lintang mengakibatkan variasi nilai gravitasi di berbagai wilayah, sehingga diperlukan koreksi lintang untuk menyesuaikan data yang diperoleh. Koreksi ini dilakukan agar hasil pengukuran gayaberat lebih akurat dan dapat dibandingkan antar lokasi. Nilai koreksi lintang ( $g_{\theta}$ ) dihitung menggunakan persamaan tertentu sebagaimana dijelaskan oleh Blakely (1996).

$$g_{\theta} = 978032,7(1 + 0.0053024\sin^2\theta - 0.0000058\sin^22\theta) \quad (14)$$

Dengan  $g_{\theta}$  merupakan nilai gravitasi terkoreksi lintang ( $\theta$  =sudut dalam radian).

### 3.4.2 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Menurut Lowrie (2007), elevasi titik pengamatan berpengaruh terhadap nilai gravitasi yang terukur, di mana semakin tinggi lokasi pengukuran maka nilai gayaberat cenderung menurun, dan sebaliknya semakin rendah lokasi tersebut maka nilai gravitasi akan meningkat. Pengukuran yang dilakukan pada ketinggian tertentu dari permukaan laut rata-rata menyebabkan nilai gravitasi yang tercatat menjadi lebih kecil, sehingga diperlukan penyesuaian terhadap data hasil pengukuran. Koreksi udara bebas digunakan untuk memperoleh nilai gravitasi absolut di titik observasi (Syamsuriadi, 2013).

Menurut (Brotospito, 2001), persamaan yang digunakan untuk koreksi udara bebas adalah:

$$FAC = 0,3086 h \quad (15)$$

Keterangan:

$FAC$  : *Free Air Correction* (mGal)

$h$  : Ketinggian (m)

Perhitungan nilai *Free Air Anomali* (FAA) dilakukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$FAA = g_{obs} - g_{\varphi} + 0,3086 h \quad (16)$$

Dengan:

$FAA$  : *Free Air Anomaly* (mGal)

$g_{obs}$  : Gravitasi Observasi(mGal)

$g_{\varphi}$  : Gayaberat teoritis (mGal)

$h$  : Ketinggian (m)

### 3.4.3 Koreksi Bouguer

Untuk memperhitungkan efek gaya tarik dari massa batuan di antara titik observasi dan bidang datum, digunakan koreksi Bouguer, karena pengaruh tersebut belum sepenuhnya diperhitungkan pada koreksi udara bebas. Pendekatan yang digunakan dalam metode ini menganggap adanya lapisan tak berhingga dengan ketebalan dan densitas yang seragam. Nilai koreksi Bouguer kemudian dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$BC = 2\pi G\rho h \quad (17)$$

Karena  $2\pi G = -0,04192$  maka

$$BC = 0,4191\rho h \quad (18)$$

Keterangan:

$BC$  : *Bouguer Correction* (mGal/m)

$\rho$  : Rapat massa batuan rata-rata (2,67 gr/cc)

$G$  : Konstanta Gravitasi ( $6,67 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{kgs}^{-2}$ )

$h$  : Ketinggian (m)

### 3.4.4 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Keberadaan bentuk topografi yang tidak rata, seperti lembah dan perbukitan di sekitar titik pengamatan, dapat memengaruhi nilai gayaberat yang terukur. Keberadaan bukit dapat mengurangi percepatan gravitasi di titik pengamatan, sehingga diperlukan koreksi medan untuk menyesuaikan pengaruh tersebut. Dalam perhitungannya, lembah di sekitar titik ukur diperlakukan seolah olah terisi massa batuan guna menyeimbangkan efek topografi (Dobrin, 1960).

Koreksi medan dilakukan untuk mempertimbangkan ketidakseragaman distribusi massa di sekitar titik pengukuran. Hal ini diperlukan karena koreksi Bouguer mengasumsikan bahwa titik pengamatan berada pada bidang datar yang luas, sedangkan kondisi lapangan umumnya berupa permukaan bergelombang dengan keberadaan gunung dan perbukitan. Apabila hanya

menggunakan koreksi Bouguer, hasil yang diperoleh cenderung kurang akurat. Berdasarkan kondisi tersebut, keberadaan massa batuan di sekitar titik pengamatan, baik yang berada di atas maupun di bawah lokasi ukur, dapat memengaruhi nilai gravitasi yang tercatat sehingga perlu dilakukan koreksi topografi, terutama pada daerah dengan relief tidak rata seperti pegunungan atau perbukitan (Susilawati, 2005). Namun, apabila pengukuran dilakukan pada wilayah yang relatif datar, koreksi medan dapat diabaikan. Perhitungan koreksi medan dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut:

$$g = \frac{0,04193}{n} \rho \left\{ (r_2 - r_1) + \sqrt{r_2^2 + L^2} - \sqrt{r_1^2 + L^2} \right\} \quad (19)$$

Keterangan:

- $g$  : Respon gayaberat (mGal)
- $n$  : Jumlah kompartemen tiap zona
- $\rho$  : Densitas (g/cc)
- $r_1$  : Jari-jari radius dalam (m)
- $r_2$  : Jari-jari radius luar (m)
- $L$  : Selisih ketinggian dari titik pengukuran (m)

### 3.4.5 Anomali Bouguer

Anomali Bouguer didefinisikan sebagai selisih antara nilai gravitasi terukur ( $g_{obs}$ ) dan nilai gravitasi yang telah melalui berbagai koreksi, yaitu koreksi drift, pasang surut, lintang, udara bebas, Bouguer, serta terrain. Variasi densitas batuan secara lateral di bawah permukaan bumi tercermin dari pola anomali yang terbentuk. Nilai anomali Bouguer akan bersifat positif pada batuan berdensitas tinggi, dan bernilai negatif pada batuan berdensitas rendah yang berada dalam medium lebih padat. (Reynolds, 1997).

Berdasarkan Hinze (2013), anomali Bouguer didefinisikan sebagai selisih antara nilai gravitasi hasil pengukuran di lapangan dengan nilai teoritis pada titik yang sama. Distribusi nilai gravitasi yang ditunjukkan oleh anomali

Bouguer mencerminkan adanya perbedaan densitas antara suatu daerah dan lingkungan di sekitarnya, baik secara vertikal maupun horizontal. Oleh karena itu, metode gayaberat digunakan untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan berdasarkan variasi densitas, baik dalam eksplorasi maupun penelitian, untuk menginterpretasikan kondisi bawah permukaan berdasarkan perbedaan densitas batuan secara lateral yang telah direduksi ke bidang referensi (*geoid*). Nilai Anomali Bouguer lengkap diperoleh melalui persamaan sebagai berikut:

$$ABL = FAC - BC + TC \quad (20)$$

Keterangan:

*ABL* : Anomali Bouguer Lengkap (mGal)

*FAC* : *Free Air Correction* (mGal)

*BC* : *Bouguer Correction* (mGal)

*TC* : *Terrain Correction* (mGal)

### 3.5 Penentuan Densitas Permukaan

Dalam metode gayaberat, densitas batuan menjadi parameter fisik yang sangat penting. Pada perhitungan Anomali Bouguer, dibutuhkan nilai densitas rata-rata yang mewakili kondisi batuan permukaan di area penelitian. Dengan demikian, penentuan densitas yang sesuai sangat diperlukan untuk menghasilkan interpretasi data gravitasi yang akurat dan terpercaya.

#### 3.5.1 Metode Nettleton

Metode Nettleton dilakukan dengan membuat grafik Anomali Bouguer menggunakan beberapa variasi nilai densitas, kemudian membandingkannya dengan profil topografi pada lintasan yang sama. Nilai densitas yang memberikan hubungan paling lemah terhadap bentuk topografi dianggap sebagai densitas rata-rata yang paling mencerminkan kondisi daerah tersebut. Dengan demikian, nilai densitas yang paling sesuai ditentukan berdasarkan koefisien korelasi silang terkecil sebagaimana dinyatakan pada Persamaan 22. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh grafik hubungan antara sebaran nilai Anomali Bouguer dan topografi yang ditampilkan pada Gambar 5.

$$K = -\frac{\sum_{i=1}^N \delta(\Delta g)_i \delta h_i}{\sum_{i=1}^N (\delta h_i)_i} \quad (21)$$

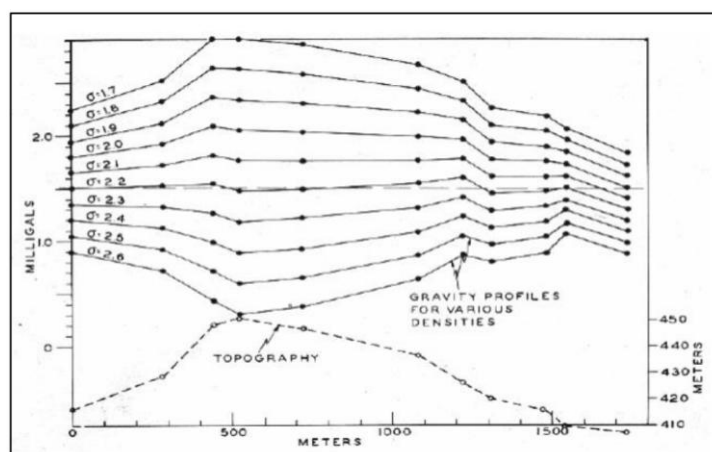
Keterangan :

$K$  : Gradien Anomali Bouguer terhadap elevasi

$\delta(\Delta g)_i$  : Selisih nilai Anomali Bouguer pada titik -I (mGal)

$\delta h_i$  : Selisih nilai elevasi pada titik -I (m)

$N$  : Sudut sektor (radian)



Gambar 5. Grafik korelasi antara sebaran nilai Anomali Bouguer dengan topografi (Sarkowi, 2014)

### 3.5.2 Metode Parasnis

Dalam metode Parasnis, estimasi densitas batuan dilakukan dengan memanfaatkan hubungan antara nilai koreksi Bouguer yang telah dikurangi koreksi medan ( $BC/\rho - TC/\rho$ ) pada sumbu horizontal dan anomali udara bebas (FAA) pada sumbu vertikal. Dari sebaran titik tersebut kemudian dibuat garis regresi linier untuk memperoleh nilai kemiringan (gradien). Nilai gradien inilah yang selanjutnya digunakan untuk menghitung densitas rata-rata batuan di daerah penelitian. Estimasi densitas melalui metode ini diturunkan dari hubungan anomali gaya berat sebagaimana dinyatakan dalam Persamaan 22.

$$B_{anomali} = G_{obs} - G_{lintang} + FAC - G_{bouguer} \quad (22)$$

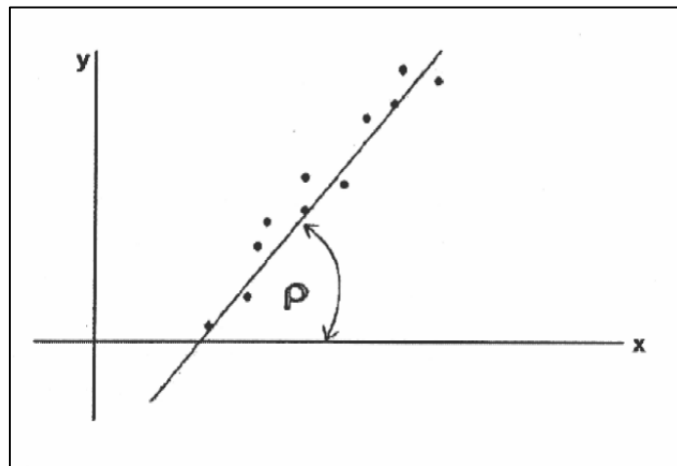
Komponen terakhir pada ruas kanan merupakan koreksi medan, yang dinyatakan sebagai nilai koreksi medan sebelum dikalikan dengan rapat massa, sebagaimana ditunjukkan dalam Persamaan 24.

$$(G_{obs} - G_{lintang} + FAC) = (G_{bouguer} + B_{anomali}) \quad (23)$$

$$FAA = \rho(0,4193h + B_{anomali}) \quad (24)$$

$$y = m x + C$$

Mengacu pada persamaan tersebut, nilai  $\rho$  diperoleh dari kemiringan garis lurus terbaik pada Gambar 6, sementara anomali Bouguer diperlakukan sebagai deviasi terhadap garis tersebut.



Gambar 6. Grafik hubungan antara  $(G_{obs} - G_{lintang} + 0,308765h)$  dan  $\rho(2\pi Gh)$  (Sarkowi, 2014)

### 3.6 Analisis Spektrum

Estimasi kedalaman sumber anomali gayaberat dapat dilakukan melalui analisis spektrum dengan menggunakan transformasi Fourier untuk mengonversi data ke domain frekuensi atau bilangan gelombang. Spektrum ini berasal dari distribusi nilai potensial pada bidang horizontal dan dinyatakan dengan persamaan menurut Blakely (1996) sebagai berikut:

$$F(U) = G\mu F\left(\frac{1}{r}\right) \quad (25)$$

$$F\left(\frac{1}{r}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0 - z_1)}}{|k|} \quad (26)$$

Keterangan,

$$z_1 > z_0, |k| \neq 0$$

$U$  : potensial gayaberat ( $m/s^2$ )

$G$  : konstanta gayaberat ( $m^3kgs^{-2}$ )

$r$  : jarak (m)

$\mu$  : anomali rapat massa (g/cc)

Komponen vertikal dari percepatan gravitasi akibat suatu massa titik diperoleh sebagai turunan dari potensial gayaberatnya:

$$g_z = G\mu \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (27)$$

$$F[g_z] = G\mu F \left[ \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \right] \quad (28)$$

$$F[g_z] = G\mu \frac{\partial}{\partial z} F \left[ \frac{1}{r} \right] \quad (29)$$

Untuk transformasi Fourier pada lintasan yang diinginkan adalah

$$F(g_z) = 2\pi G\mu e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (30)$$

Dalam kondisi distribusi densitas yang acak dan tidak saling berkorelasi, nilai  $m$  ditetapkan sama dengan 1, sehingga transformasi Fourier dari anomali gayaberat dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = C e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (31)$$

Keterangan :

$C$  : Konstanta

$A$  : Amplitudo (mGal)

Dalam menentukan keterkaitan antara amplitudo ( $A$ ), bilangan gelombang ( $k$ ), dan kedalaman  $z_0 - z_1$ , persamaan  $A = C e^{|k|(z_0-z_1)}$  dilogaritmakan terlebih dahulu. Dari hasil tersebut diperoleh bahwa bilangan gelombang ( $k$ ) memiliki hubungan sebanding dengan amplitudo spektral.

$$\ln A = \ln 2\pi\gamma\mu e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (32)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)^{|k|} + \ln c \quad (33)$$

Bentuk persamaan di atas dapat direpresentasikan sebagai persamaan garis lurus sebagai berikut:

$$y = mx + c \quad (34)$$

Sumbu  $y$  direpresentasikan oleh  $\ln A$ , sumbu  $x$  oleh  $|k|$ , sedangkan gradien garis ditunjukkan oleh  $(z_0 - z_1)$ . Gradien tersebut mewakili kedalaman bidang dalam dan dangkal. Bilangan gelombang  $|k|$  didefinisikan sebagai  $2\pi$  dengan satuan siklus per meter, yang sehingga dengan panjang gelombang melalui persamaan:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (35)$$

Hubungan antara  $\lambda$  dan  $\Delta x$  melibatkan konstanta pengali  $N$ , sehingga diperoleh persamaan  $\lambda = N \cdot \Delta x$ . Konstanta  $N$  menyatakan lebar jendela yang digunakan dalam analisis. Pada konteks ini,  $\Delta x$  adalah domain spasial dalam FFT, sedangkan  $k_c$  menunjukkan nilai bilangan gelombang *cut-off*.

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (36)$$

Hubungan antara bilangan gelombang dan frekuensi bersifat linier, dengan persamaan  $k = 2\pi f$ . Frekuensi rendah mencerminkan anomali regional, sementara frekuensi tinggi berkaitan dengan anomali residual.

### 3.7 Filter *Moving Average*

Pada tahap ini, pemisahan anomali dilakukan dengan memanfaatkan filter *moving average* yang berperan sebagai *low-pass filter*, yaitu menyaring komponen frekuensi tinggi dan mempertahankan frekuensi rendah. Lebar jendela yang digunakan dalam pengolahan ditentukan berdasarkan rata-rata hasil analisis spektrum, kemudian diterapkan pada data anomali Bouguer lengkap. Hasilnya berupa anomali regional, sementara anomali residual dihitung sebagai selisih antara anomali Bouguer lengkap dan anomali regional. Penggunaan lebar jendela yang lebih besar akan menyebabkan nilai

anomali residual semakin mendekati anomali Bouguer lengkap (Setiadi dkk., 2010).

Untuk memudahkan analisis secara kualitatif, anomali Bouguer dipisahkan menjadi komponen regional dan residual. Salah satu cara yang digunakan dalam proses ini adalah dengan menerapkan filter *moving average*. Pada metode tersebut, anomali regional diperoleh dari nilai rata-rata data anomali, sedangkan anomali residual ditentukan sebagai selisih antara anomali Bouguer lengkap dan hasil penyaringan anomali regional.

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (37)$$

Keterangan:

$\Delta g_{reg}$  : besarnya anomali regional

$I$  : nomor stasiun

$N$  : lebar jendela

$$N = \frac{N-1}{2} \quad (38)$$

Pada peta dua dimensi, metode *moving average* menghitung nilai suatu titik sebagai rata-rata dari nilai-nilai di dalam jendela berbentuk persegi yang terpusat pada titik tersebut, contohnya, jika lebar jendela 3 maka:

$$\Delta g_{reg} = \frac{1}{9} \sum_{N=1}^9 \Delta g(n) \quad (39)$$

Nilai anomali residual  $\Delta g_{res}$  dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{reg} \quad (40)$$

Dengan  $\Delta g$  adalah anomali Bouguer total (Diyanti, 2014).

Dalam bidang Digital Signal Processing (DSP), filter *moving average* banyak digunakan karena metode ini memiliki konsep yang sederhana serta mudah untuk diterapkan. Pengolahan anomali Bouguer dengan filter ini menghasilkan dua komponen, yaitu anomali regional dan residual, yang disertai dengan estimasi kedalaman rata-rata berdasarkan analisis spektrum. (Nugraha, 2016).

### 3.8 *First Horizontal Derivative (FHD)*

*First Horizontal Derivative* (FHD) digunakan untuk menunjukkan variasi nilai anomali gayaberat secara horizontal antar titik pengamatan. Respons yang dihasilkan biasanya berupa nilai maksimum dan minimum yang tajam pada zona kontak, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi batas struktur geologi (Zaenudin dkk., 2020).

### 3.9 *Second Vertical Derivative (SVD)*

Dengan mereduksi efek regional, metode *Second Vertical Derivative* (SVD) mampu menekankan pengaruh sumber dangkal, sehingga efektif digunakan untuk mendeteksi anomali struktur geologi. Secara teoritis, metode ini berasal dari persamaan Laplace yang berlaku untuk anomali gayaberat di permukaan bumi. Bentuk persamaan dasarnya dinyatakan sebagai berikut:

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (41)$$

Atau

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = 0 \quad (42)$$

Sehingga *Second Vertical Derivative*-nya diberikan oleh:

$$\text{SVD} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta z^2} = - \left( \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial \Delta x^2} \right) \quad (43)$$

Dalam kasus data 1-D yang berbentuk penampang, persamaan yang digunakan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \quad (44)$$

Dalam pendekatan matematis, SVD satu dimensi menunjukkan bahwa turunan vertikal orde dua dari anomali gayaberat di permukaan ekuivalen dengan negatif turunan horizontal orde dua. Hal ini memungkinkan anomali SVD dihitung melalui turunan horizontal yang lebih mudah diaplikasikan dalam praktik. Nilai nol pada turunan kedua anomali Bouguer sering diartikan

sebagai batas perubahan densitas antar lapisan batuan, yang mencerminkan kontak geologi seperti sesar maupun intrusi (Sarkowi, 2010).

Tabel 4. Operator Henderson dan Zietz (1949).

<b>Operator Filter SVD menurut Henderson dan Zietz (1949)</b>				
0,0000	0,0000	-0,0838	0,0000	0,0000
0,0000	1,0000	-2,6667	1,0000	0,0000
-0,0838	-2,6667	17,0000	-2,6667	-0,0838
0,0000	1,0000	-2,6667	1,0000	0,0000
0,0000	0,0000	-0,0838	0,0000	0,0000

Tabel 5. Operator Elkins (1951)

<b>Operator Filter SVD menurut Elkins (1951)</b>				
0,0000	-0,0833	0,0000	-0,0833	0,0000
-0,0833	-0,0667	-0,0334	-0,0667	-0,0833
0,0000	-0,0334	1,0668	-0,0334	0,0000
-0,0833	-0,0667	-0,0334	-0,0667	-0,0833
0,0000	-0,0833	0,0000	-0,0833	0,0000

Tabel 6. Operator Rosenbach (1953)

<b>Operator Filter SVD menurut Rosenbach (1953)</b>				
0,0000	-0,0416	0,0000	-0,0416	0,0000
-0,0416	-0,0332	-0,7500	-0,3332	-0,0416
0,0000	-0,7500	4,0000	-0,7500	0,0000
-0,0416	-0,0332	-0,7500	-0,3332	-0,0416
0,0000	-0,0416	0,0000	-0,0416	0,0000

Dari hasil pemodelan dapat diketahui bahwa sesar tegak menunjukkan nilai SVD yang mendekati nol pada area patahan. Sementara itu, sifat sesar naik dapat diinterpretasikan dari nilai SVD yang dihasilkan, dan pada sesar tegak terlihat bahwa  $|SVD_1|$  hampir sama dengan  $|SVD_2|$  (Sarkowi, 2010).

Dari pemodelan sintetik tentang karakteristik SVD akibat struktur patahan diperoleh oleh hasil sebagai berikut:

- a. Nilai  $SVD = 0$  menunjukkan bahwa di daerah tersebut merupakan daerah patahan
- b. Nilai  $|SVD|_{min} < |SVD|_{max}$  mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar turun

- c. Nilai  $|SVD|_{min} > |SVD|_{max}$  mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar naik

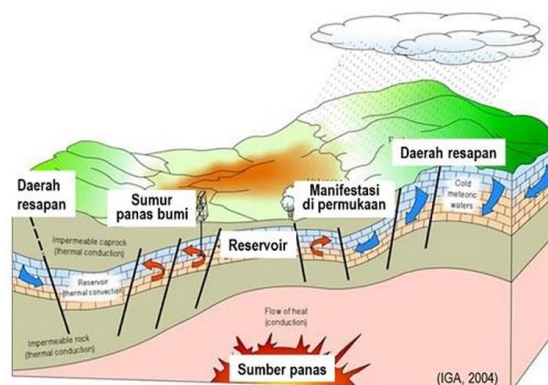
Nilai  $|SVD|_{min} \cong |SVD|_{max}$  mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar tegak/mendatar.

### 3.10 Inversi Modelling 3D

Menurut Sarkowi dan Wibowo (2021), inversi gayaberat digunakan untuk mengestimasi distribusi densitas yang sesuai dengan hasil pengukuran serta merepresentasikan bentuk dan ukuran variasi densitas. Proses inversi dilakukan dengan metode *curve fitting*, yaitu penyesuaian antara model matematis dan data lapangan. Melalui langkah ini, parameter fisik batuan yang belum diketahui dapat diperkirakan. Inversi sendiri merupakan proses matematis dan statistik yang bertujuan mendapatkan informasi tentang suatu sistem berdasarkan hasil observasi (Grandis, 2009).

### 3.11 Sistem Panasbumi

Sistem panasbumi (*Geothermal*) terbentuk apabila terdapat sumber panas yang cukup, batuan reservoir sebagai tempat akumulasi fluida panas, serta lapisan penudung yang menjaga panas tetap terperangkap. Sesar dan rekahan sebagai bagian dari struktur geologi berfungsi sebagai jalur pergerakan fluida. Selain itu, diperlukan daerah imbuhan (*recharge area*) yang memasok air meteorik ke dalam sistem sehingga proses sirkulasi hidrotermal dapat berlangsung secara berkelanjutan (Suharno, 2013).



Gambar 7. Model sistem panasbumi (Dickson dan Fanelli, 2004).

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada waktu dan lokasi yang dijelaskan sebagai berikut:

Tempat : Laboratorium Geofisika Geothermal, Teknik Geofisika,  
Universitas Lampung

Alamat : Gedung Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Jl. Prof.  
Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng,  
Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35142

Waktu : November 2025 – April 2026

Pelaksanaan kegiatan penelitian ini dijadwalkan sebagaimana tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Jadwal kegiatan tugas akhir

Kegiatan	November				Desember				Januari				Februari				Maret				April	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Studi Literatur	■																					
Pengumpulan Data	■																					
Pengolahan Data	■																					
Penyusunan Laporan Proposal	■	■																				
Bimbingan Proposal	■	■																				
Seminar Proposal							■															
Penyusunan Laporan Hasil								■														
Bimbingan Hasil									■													
Seminar Hasil															■							
Revisi Hasil																		■				
Sidang Komprehensif																					■	

#### 4.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada

Tabel 8 dan sebagai berikut:

Tabel 8. Alat dan bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi/Sumber
1	Data Gayaberat GGMPPlus	Data yang digunakan ialah data GGMPPlus dengan 3098 jumlah data
2	<i>Softfile</i> Peta Lembar Geologi	Referensi geologi daerah penelitian, digitasi struktur, serta korelasi dengan analisis <i>derivative</i> dan 3D Anomali gayaberat
3	Data SHP Geologi dan Batas Kabupaten	Referensi peta lokasi penelitian dan peta geologi diunduh pada website: <a href="https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web">https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web</a>
4	Data DEM SRTM Lampung	Referensi peta lokasi penelitian dan ketinggian diunduh pada website: <a href="https://www.indonesia-geospasial.com/2020/01/download-dem-srtm-30-meter-se-indonesia.html">https://www.indonesia-geospasial.com/2020/01/download-dem-srtm-30-meter-se-indonesia.html</a>
5	Laptop	<i>Hardware</i> pengolahan data dan penyusunan Laporan skripsi
6	<i>Software</i> Global Mapper 26.1	<i>Software</i> yang digunakan untuk mengambil data lokal dan data regional
7	<i>Software</i> QGIS 3.44.2	Perangkat lunak yang digunakan untuk menyusun peta lokasi penelitian dan peta geologi.
8	<i>Software</i> Geosoft Oasis Montaj	Koreksi medan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.
9	<i>Software</i> Surfer	Perangkat lunak digunakan untuk mengolah data gayaberat dan membuat peta untuk analisis spektrum.
10	<i>Software</i> Numeri	Perangkat lunak yang digunakan dalam proses analisis spektrum.
11	<i>Microsoft Excel</i>	Nilai Ln A dan k dihitung menggunakan perangkat lunak dari hasil analisis spektrum Numeri.
12	<i>Software</i> Grav3D	Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan model tiga dimensi (3D).

### 4.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang diterapkan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 4.3.1 Studi Literatur

Sejak awal hingga akhir penelitian, studi literatur dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang relevan. Data tersebut meliputi tinjauan pustaka dan landasan teori yang mendukung proses pengolahan serta interpretasi hasil. Tahap ini mencakup kajian terhadap stratigrafi, struktur geologi wilayah penelitian, alur penelitian, serta konsep dasar yang berkaitan dengan pengolahan data gayaberat.

#### 4.3.2 Pengambilan Data

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data *GGMPlus*, data *DEMNAS*, Data *SHP Area Penelitian*, *SHP Geologi*, Peta Geologi lembar Kotaagung, dan data Kawasan Hutan. Data penelitian tidak dilakukan secara langsung menggunakan alat geofisika. Data dari situs *GGMplus* mencakup data global yang dibagi dalam wilayah tertentu, sehingga penting mengetahui koordinat *latitude* dan *longitude* area penelitian.

#### 4.3.3 Koreksi Data

Koreksi yang dilakukan yaitu koreksi lintang menggunakan nilai *latitude* untuk mendapatkan *Gravitasi Normal*. Sehingga didapatkan nilai *Free Air Anomaly* dari nilai *Gravitasi Observation*, *Gravitasi Normal*, dan *Free Air Correction*. Tahapan selanjutnya adalah melakukan *terrain correction* menggunakan perangkat lunak *Global Mapper* dengan memasukkan data *DEM SRTM* wilayah Lampung, serta memanfaatkan *Oasis Montaj* untuk memperoleh nilai koreksi medan. Selanjutnya dilakukan *Bouguer correction* dengan menggunakan data elevasi dan densitas permukaan. Nilai densitas tersebut diperoleh melalui metode *Parasnis*.

#### 4.3.4 Anomali Bouguer Lengkap

Anomali Bouguer lengkap adalah hasil pengolahan data gayabarat yang menggambarkan distribusi rapat massa di bawah permukaan. Nilai tersebut diperoleh melalui penerapan beberapa koreksi, yaitu koreksi udara bebas, koreksi Bouguer, serta koreksi medan. Satuan dari nilai ABL ini adalah mGal. Sedangkan nilai *Simple Bouguer Anomaly* didapatkan dari nilai *Free Air Anomaly* dan *Bouguer Correction*. Kemudian nilai ABL dilakukan proses *gridding* pada *Software Oasis Montaj* dengan teknik *gridding kriging* untuk dapat melihat anomali Bouguer lengkap.

#### 4.3.5 Analisis Spektrum

Tahapan setelah memperoleh peta ABL adalah analisis spektrum. Pada proses ini, data ABL diubah dari domain spasial ke domain frekuensi menggunakan Transformasi Fourier. Analisis spektrum memungkinkan identifikasi komponen frekuensi yang selanjutnya digunakan untuk memperkirakan kedalaman sumber anomali gayabarat. Proses FFT dilakukan dengan bantuan *software* Numeri yang menghasilkan komponen real dan imajiner untuk tiap lintasan. Data diolah dengan bantuan Microsoft Excel untuk memperoleh parameter amplitudo ( $A$ ),  $\ln A$ , frekuensi, dan bilangan gelombang ( $k$ ). Perhitungan amplitudo dilakukan dari akar kuadrat jumlah komponen real dan imajiner, sementara  $\ln A$  merupakan hasil logaritma amplitudo. Frekuensi dihitung berdasarkan domain spasial yang telah ditentukan, sehingga nilai  $k$  dapat diperoleh. Selanjutnya dilakukan plotting antara  $k$  dan  $\ln A$  untuk menentukan nilai *cut-off* sebagai acuan dalam penentuan lebar jendela pada pemisahan anomali.

#### 4.3.6 Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Pemisahan anomali regional dan residual pada penelitian ini dilakukan dengan metode *moving average filter* yang didasarkan pada hasil analisis spektrum. Metode ini berperan sebagai penyaring frekuensi rendah (*low-pass filter*), yang menghilangkan komponen frekuensi tinggi dan menghasilkan anomali regional. Proses pemisahan anomali diawali dengan input data

anomali Bouguer ke dalam software Surfer. Selanjutnya, nilai lebar jendela yang ditentukan dari hasil analisis spektrum, yang berkaitan dengan kedalaman residual, digunakan sebagai parameter dalam pengolahan.

#### 4.3.7 Analisis *Derivative*

Analisis *Derivative* yang dilakukan untuk mengidentifikasi Struktur dangkal bawah permukaan yaitu SVD. SVD dilakukan pada *Software* Surfer dengan input nilai anomali residual dan nilai operator Henderson dan Zietz (1949), Elkins (1951), Rosenbach (1953) hasil yang paling mendekati kontur anomali residual itu yang akan digunakan. Pengolahan analisis derivatif ini memberikan informasi tambahan dalam interpretasi struktur bawah permukaan, sehingga distribusi struktur di daerah penelitian dapat dipahami dengan lebih baik. Indikasi keberadaan patahan dapat dikenali melalui metode FHD dengan melihat nilai maksimum dan minimum, sementara nilai SHD yang mendekati nol umumnya menandakan batas suatu struktur geologi.

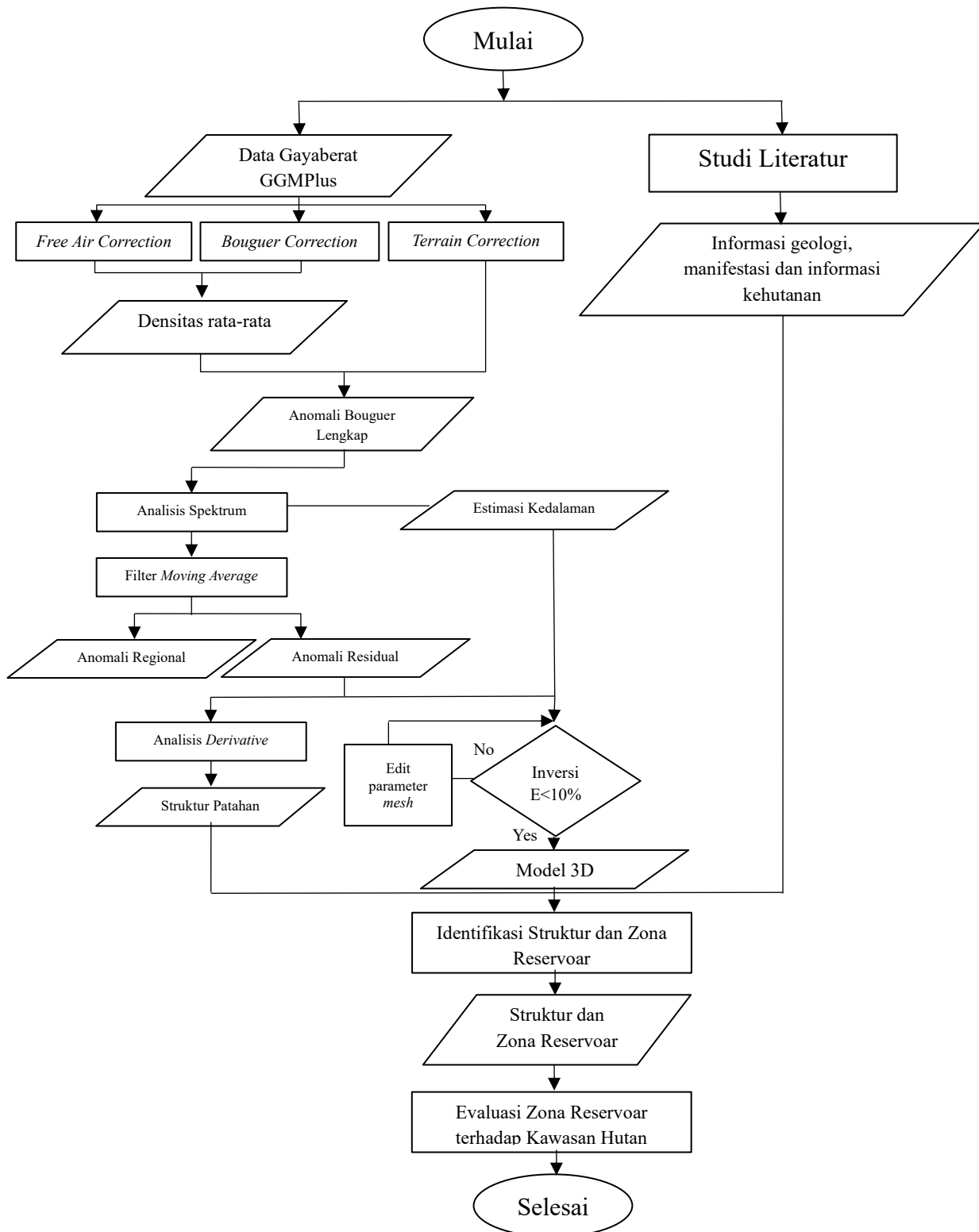
#### 4.3.8 *Inverse Modelling*

Pemodelan inversi merupakan metode yang menentukan parameter model berdasarkan data hasil pengukuran, berbeda dengan pemodelan maju. Prosesnya dilakukan secara iteratif hingga respon model mendekati data observasi, dengan meminimalkan fungsi objektif. Pendekatan ini digunakan untuk mengestimasi parameter yang merepresentasikan kondisi bawah permukaan (Rahma dan Wahyudi, 2014).

Pemodelan inversi tiga dimensi pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Grav3D yang terdiri atas tiga modul utama, yaitu gm DataViewer, *MeshTools3D*, dan Grav3D GUI. Dalam prosesnya digunakan satu *mesh* utama berbentuk prisma segiempat besar yang dibagi menjadi sejumlah sel kecil untuk merepresentasikan distribusi densitas berdasarkan data anomali gayaberat. Data yang dibutuhkan dalam pemodelan ini meliputi anomali gayaberat, data topografi, serta konfigurasi *mesh* sebagai kerangka model bawah permukaan.

#### 4.4 Diagram Alir

Adapun diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir pengolahan data

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengolahan 3.098 titik data gravitasi GGMPPlus berhasil menghasilkan peta Anomali Bouguer Lengkap (ABL) dengan rentang nilai 36–84 mGal. Distribusi anomali menunjukkan zona anomali rendah (36–52 mGal) yang berkembang di bagian tengah hingga timur dan berasosiasi dengan manifestasi panasbumi, serta zona anomali tinggi ( $\pm 70$ –84 mGal) yang berkembang di bagian barat daya.
2. Analisis FHD dan SVD pada anomali residual ( $-4,5$  hingga 3 mGal) berhasil mengidentifikasi sesar berarah baratlaut–tenggara dengan batas pada nilai SVD = 0 mGal. Pemodelan inversi 3D hingga kedalaman  $\pm 6,6$  km menghasilkan distribusi densitas 1,8–2,8 gr/cc yang memperjelas struktur bawah permukaan.
3. Zona reservoir panasbumi Suoh diinterpretasikan berada pada rentang densitas 1,8–1,97 gr/cc dengan kedalaman sekitar  $\pm 800$ –2000 m, berkembang pada batuan vulkanik terfraktur yang dikontrol oleh sesar berarah baratlaut–tenggara. Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa sebagian area prospek reservoir beririsan dengan kawasan hutan konservasi dan hutan lindung, sehingga meskipun secara teknis-geologi potensi ini layak untuk ditindaklanjuti ke tahap eksplorasi lebih detail seperti survei lanjutan atau pengeboran eksplorasi, pengembangannya tetap harus mempertimbangkan aspek perizinan, regulasi kehutanan, serta kajian lingkungan agar tetap sejalan dengan prinsip keberlanjutan

## 6.2 Saran

Penelitian lanjutan disarankan dilakukan secara lebih komprehensif karena metode gaya berat memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan variasi vertikal bawah permukaan. Untuk mengurangi ambiguitas interpretasi, diperlukan integrasi dengan data geofisika lainnya serta peningkatan kualitas dan resolusi data melalui akuisisi langsung di lapangan. Selain itu, mengingat sebagian prospek berada di sekitar kawasan hutan konservasi, penelitian berikutnya juga perlu mempertimbangkan aspek tata ruang dan lingkungan agar pengembangan panasbumi tetap selaras dengan prinsip keberlanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C., Santosa, S. & Gunawan, W. (1994). *Laporan Geologi Lembar Kotaagung Sumatera, Skala 1:250.000*. Report Geological Research and Development Centre. Bandung.
- Blakely, R. J. (1996). *Potential Theory in Gravitasi and Magnetic Applications*. Cambridge University Press.
- Brotopuspito, K. S. (2001). *Teori dan aplikasi metode gravitasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Dobrin, M. B. (1960). *Introduction to geophysical prospecting*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Grandis, H. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Halliday, R. (2005). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hidayat, F. (2011). Penelitian Gayaberat untuk Pemetaan Struktur Bawah Permukaan Di Daerah Karanganyar Bagian Barat. *Skripsi*. FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hinze, W. V. (2013). *Gravitasi and Magnetic Exploration Principles, Practices, and Applications*. England: Cambridge University Press.
- Iqbal, M., & Juliarka, B. R. (2019). Analisis Kerapatan Kelurusan (Lineament Density) di Lapangan Panasbumi Suoh-Sekincau, lampung. *Journal of Science and Applicative Techology*, 3(2). <https://doi.org/10.35472/jsat.v3i2.212>

- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). *An introduction to geophysical exploration (3rd ed.)*. Blackwell Science Ltd.
- Lowrie, W. (2007). *Fundamentals Of Geophysics, Second Edition*. In Cambridge University Press.
- Nugraha, P. (2016). Penentuan Kedalaman Optimum Anomali Gayaberat Dengan Metode Korelasi Antara Analisis Spektrum dan Continuation Studi Kasus Semarang Jawa Tengah. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Octonovrilna, L., & Pudja, I. P (2009). Analisa Perbandingan Anomali Gravitasi dengan Persebaran Intrusi Air Asin (Studi Kasus Jakarta 2006-2007). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 10 (1).
- Putri, D. A. B., & Harianja, A. K. (2021). Identifikasi Prospek Panasbumi radiogenik menggunakan landsat-8 dan gravitasi di daerah permis. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 7(1), 52-70. <https://doi.org/10.23960/jge.v7i1.115>
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, Chichester. John Wiley dan sons.
- Rosid, S. (2005). *Gravitasi Method in Exploration Geophysics*. Department of Physics, University of Indonesia.
- Rybach, L. (1981). Geothermal systems: Conductive heat flow, geothermal anomalies. In L. Rybach & L. J. P. Muffler (Eds.), *Geothermal systems: Principles and case histories* (pp. 3–36). John Wiley & Sons.
- Santoso, J. (2002). *Pengantar teknik geofisika*. Bandung: Penerbit ITB.
- Saputri, A. N., Rahmawati, L., & Aziza, A. N. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Mengidentifikasi Keberadaan *Heat Flow* di Daerah Prospek Panasbumi Suoh, Lampung Barat. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(1), 36-42. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.73>
- Sarkowi, M. (2010). Identifikasi Struktur Daerah Panasbumi Ulubelu berdasarkan Analisa Data SVD Anomali Bouguer. *Jurnal Sains MIPA*, 16(2), 111-118.
- Sarkowi, M. (2014). *Eksplorasi Gayaberat*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Sarkowi, M., & Wibowo, R. C. (2021). Geothermal Reservoir Identification based on Gravitas Data Analysis in Rajabasa Area- Lampung. *RISSET Geologi Dan Pertambangan*, 31(2), 77-95.  
<https://doi.org/10.14203/risetgeotam2021.v31.1164>
- Setiadi, I., Setyanta, B., & Widijono, B. S. (2010). Delineasi cekungan sedimen Sumatra Selatan berdasarkan analisis data Gayaberat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(2), 93–106.  
<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v20i2.164>
- Setiadi, I., Aryanto, N. D., & Nurdin, N. (2021). Delineasi batuan granit dan sedimen daerah Bintan dan sekitarnya, Kepulauan Riau berdasarkan analisis data Gayaberat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 22(3), 143-152.  
<https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v22i3.594>
- Sugianto, A., Takodama, I., Rahadinata, T. (2017). Identifikasi Struktur Sistem Panasbumi Pantar Berdasarkan Analisis Gradien Horizontal dan Pemodelan 3D Data Gayaberat. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 12(2), 135-143.  
<https://doi.org/10.47599/bsdg.v12i2.33>
- Suharno, (2013). *Eksplorasi Geothermal*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Susilawati. (2005). *Pemodelan Metode Gayaberat*. Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Syamsuriadi. (2013). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Kota Makassar dengan Menggunakan Metode Gayaberat (Gravitasi). *Skripsi*. Universitas Hasanudin.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Walidah dan Fitriana I. (2011). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Beralaskan Analisa dan Pemodelan Gayaberat untuk Melihat Potensi Hidrokarbon pada Daerah FW1807 Cekungan Jawa Timur Utara. *Skripsi*. FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

Zaenudin, A., Karyanto, Kurniasih. A., Wibowo. R. C. (2021). Analisis Struktur Patahan Daerah Suoh Menggunakan Metode Gayaberat dan Penentuan Kerapatan Patahan. *Positron*, 11(2), 95-103.  
<https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.48461>