

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAN DENGAN
METODE GAYABERAT BERDASARKAN ANALISIS
DERIVATIF PADA DAERAH TANGGAMUS LAMPUNG**

(Laporan Kuliah Lapangan)

Oleh

Kelompok 4



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Praktikum : Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode
Gayaberat Berdasarkan Analisis Derivatif Pada Daerah
Tanggamus Lampung

Tempat Penelitian : Tanggamus, Lampung

Kelompok : 4 (Empat)

Anggota :

1. Jeremia Kelvin Sihotang (2015051002)
2. Ayu Khusnul Khotimah (2015051004)
3. Melisa Mayasari (2015051009)
4. Asep Irawan (2015051024)
5. Astir Yunita (2015051028)
6. Ramadan Adi Ariawan (2015051030)
7. Cindi Fintasari Saragih Jawak (2015051031)
8. Firstti Jasminum Sambac S. (2015051035)
9. Devi Djulianti (2015051042)
10. Frederick Olembata Zendrato (2015051044)
11. Gilang Ramadan (2015051048)
12. Carla Aulia Salsabila (2015051049)
13. Aprilianto Teguh Wibowo (2015051052)
14. Sulistianingsih (2015051060)
15. Bella Dona (2015051062)
16. Retno Aulia (2015051063)
17. Anita Evrida (2015051064)
18. Rezky Ariya Dwiguna (2015051067)
19. Intan Demasi (2015051076)

Jurusan : Teknik Geofisika
Fakultas : Teknik

Bandar Lampung, 14 Juni 2023
Mengetahui
Dosen PenanggungJawab

Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si.
NIP. 19711210 199702 1001

ABSTRAK

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAN DENGAN METODE GAYABERAT BERDASARKAN ANALISIS DERIVATIF PADA DAERAH TANGGAMUS LAMPUNG

Oleh:

Kelompok 4

Kabupaten Tanggamus merupakan kabupaten di Provinsi Lampung yang memiliki sebuah potensi panas bumi. Oleh sebab itu perlu dilakukan kegiatan identifikasi terkait struktur bawah permukaan guna untuk mengembangkan potensi tersebut. Terdapat banyak metode geofisika yang dapat digunakan dalam tahapan identifikasi struktur, salah satunya adalah metode gayaberat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi densitas bawah permukaan, pola anomali bouguer, menentukan zona kedalaman anomali regional dan anomali residual menggunakan analisis spektrum, melakukan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD), kemudian menginterpretasikan struktur bawah permukaan. Daerah penelitian memiliki nilai variasi densitas permukaan berdasarkan perhitungan Metode Nettletons dan Parasnis sebesar 2.3 g/cm^3 . Berdasarkan peta anomali gayaberat daerah penelitian memiliki nilai anomali berkisar antara 0.86 mgal – 83.2 mgal dan kedalaman rata-rata anomali regional (*basement*) berada pada kedalaman sekitar 7754.4 m dan kedalaman anomali residual sekitar 644.145 m dari permukaan. Anomali gayaberat tinggi dominan berada di arah timur laut yang diindikasikan sebagai *heatsource*. Dan untuk anomali gayaberat rendah cenderung dibagian tengah daerah penelitian yang diduga sebagai reservoir panas bumi. Hasil analisis SVD menunjukkan sebagian besar daerah penelitian dikontrol oleh struktur patahan atau sesar normal.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
KATA PENGANTAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Lokasi Daerah Penelitian	4
2.2. Geologi Regional	5
2.3. Stratigrafi	6
2.4. Fisiografi	8
2.5. Penelitian Sebelumnya.....	8
III. TEORI DASAR	
3.1. Metode Gayaberat.....	14
3.2. Konsep Dasar Gayaberat.....	14
3.2.1. Hukum Newton I	15
3.2.2. Percepatan Gravitasi	15
3.2.3. Potensial Gravitasi	16
3.2.4. Rapat Massa Batuan (Densitas)	16
3.3. Koreksi – Koreksi dalam Metode Gayaberat.....	19

3.3.1. Koreksi Pasang Surut (<i>Tidal Correction</i>)	19
3.3.2. Koreksi Apungan (<i>Drift Correction</i>)	19
3.3.3. Koreksi Lintang (<i>Latitude Correction</i>).....	20
3.3.4. Koreksi Udara Bebas (<i>Free Air Correction</i>)	20
3.3.5. Koreksi Bougeur	21
3.3.6. Koreksi Medan (<i>Terrain Correction</i>)	22
3.4. Anomali Bougeur.....	23
3.5. Analisis Spektrum.....	23
3.6. <i>Filter Moving Average</i>	26
3.7. Metode <i>First Horizontal Derivative</i>	27
3.8. Metode <i>Second Vertical Derivative</i>	28
3.9. <i>Forward Modelling</i> dan <i>Inverse Modelling</i>	29
IV. METODE PENELITIAN	
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
4.2. Alat dan Bahan.....	31
4.3. Prosedur Penelitian	32
4.3.1. Anomali Bougeur Lengkap.....	32
4.3.2. Analisis Spektrum.....	32
4.3.3. Pemisahan Anomali Regional dan Residual	33
4.3.4. Analisis <i>Derivative</i>	33
4.3.5. Pemodelan Bawah Permukaan.....	34
4.4. Diagram Alir	36
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Anomali Bougeur.....	38
5.2. Penentuan Zona Kedalaman Anomali Regional dan Anomali Residual	39
5.2.1. Analisis Spektrum.....	40
5.2.2. Grafik Lintasan Analisis Spektrum.....	42
5.3. Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual	46
5.4. Identifikasi Struktur Patahan.....	51
5.4.1. <i>First Horizontal Derivative</i> (FHD)	51
5.4.2. <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD).....	52
5.5. Analisa <i>Derivative</i>	54
5.6. Pemodelan Bawah Permukaan.....	61

5.6.1. <i>Forward Modelling</i>	61
5.6.2. <i>Inverse Modelling</i>	67
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	77
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai densitas batuan (Telford dkk, 1990).....	20
Tabel 2. Koefisien <i>filter</i> SVD (Sarkowi, 2010).....	34

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur kehadiran Allah Swt., yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penyusun dapat membuat laporan Kuliah Lapangan ini yang berjudul **IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAN DENGAN METODE GAYABERAT BERDASARKAN ANALISIS DERIVATIF PADA DAERAH TANGGAMUS LAMPUNG**. Adapun tujuan dari penulisan dari laporan ini adalah salah syarat pada mata kuliah Kuliah lapangan. Selain itu, laporan ini juga bertujuan untuk menambah wawasan tentang Metode Gaya Berat pada daerah Tanggamus

Walaupun demikian, penyusun berusaha dengan semaksimal mungkin demi kesempurnaan penyusunan laporan ini baik dari hasil kegiatan belajar mengajar, maupun dalam menjalankan kuliah lapangan. Laporan ini terdapat kekurangan sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun begitu diharapkan oleh penyusun demi kesempurnaan dalam penulisan laporan berikutnya. Semoga laporan kuliah lapangan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 12 Juni 2023

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia merupakan daerah tektonik aktif yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia di Utara, lempeng Indo-Australia di Selatan dan lempeng Pasifik di Timur serta diantara ke tiga lempeng utama tersebut terdapat lempeng kecil yaitu lempeng Filipina. Dampak positifnya adalah terdapatnya panas bumi, mineral tambang dan gas bumi, panorama yang menarik seperti pegunungan, flora dan fauna baik dipermukaan maupun dibawah laut dan sebagainya. Sedangkan dampak negatif dari keadaan tektonik Indonesia adalah sebagian besar wilayah menjadi rawan terhadap bencana alam, salah satunya adalah gempa bumi.

Lapisan terluar bumi terdiri dari kerak benua dan lautan. Kedua cangkang tersebut menunjukkan perbedaan kerapatan massa (densitas) yang sangat berpengaruh/sensitif terhadap medan gravitasi. Oleh karena itu, terdapat variasi nilai percepatan gravitasi (anomali gravitasi). Percepatan gravitasi adalah medan yang ada di antara dua massa yang berinteraksi. Interaksi tersebut berupa gaya tarik-menarik, sehingga dua benda mengalami percepatan yang berlawanan.

Metode gravitasi adalah metode geofisika pasif (menggunakan sumber alam) dan didasarkan pada hukum gravitasi universal Newton. Dengan metode ini digunakan fluktuasi kerapatan yang terdistribusi pada lapisan tanah. Setiap batuan/material memiliki densitas yang berbeda dan dapat mempengaruhi fluktuasi medan gravitasi bumi, sehingga terjadi anomali gravitasi. Pada bidang Geofisika, metode gravitasi digunakan untuk mengetahui variasi

densitas di dalam bumi. Variasi densitas di bawah permukaan tanah menyebabkan adanya perubahan gaya gravitasi di atas permukaan. Intensitas dari gaya gravitasi dipengaruhi oleh perbedaan massa di bawah permukaan. Ada dua komponen gaya gravitasi yang di ukur di atas permukaan. Kedua komponen tersebut adalah (1) secara umum dan relatif seragam komponen yang dipengaruhi oleh keseluruhan bumi dan (2) banyak komponen berukuran kecil yang mana variasi tersebut dikarenakan perubahan densitas (anomali gravitasi). Pengukuran gravitasi secara tepat serta koreksi pada variasi dalam komponen yang lebih besar di seluruh bumi, survey gravitasi dapat mendeteksi rongga dalam tanah baik yang natural maupun buatan manusia, variasi kedalaman dari bedrock, dan struktur geologi (Griffin,1995).

Metode gravitasi digunakan ketika ada perbedaan massa bawah permukaan dimana massa lebih besar atau lebih kecil dari massa material di sekitarnya. Gravitasi juga dipengaruhi oleh perubahan topografi dan rotasi Bumi. Faktor ini harus dikurangi sebelum menginterpretasikan data gravitasi untuk menentukan struktur bawah permukaan. Pemrosesan akhir data gravitasi dapat digunakan untuk berbagai masalah teknis dan lingkungan, termasuk membedakan ketebalan lapisan tanah dan mendeteksi patahan dekat permukaan yang dapat diidentifikasi untuk aliran fluida panas bumi. Metode gravitasi adalah teknik interpretasi geofisika yang relatif sederhana.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui variasi densitas bawah permukaan dengan metode gayaberat
2. Mengetahui pola anomali bouguer pada daerah penelitian.
3. Mengestimasi kedalaman zona regional dan residual dari anomali bouguer lengkap dengan menggunakan analisis spektral.
4. Mengidentifikasi struktur bawah permukaan daerah penelitian menggunakan analisis second vertical derivative (SVD).

1.3 Batasan Masalah

1. Menganalisis struktur bawah permukaan pada saat penelitian
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari pengukuran yang berisi nama stasiun, UTM X, UTM Y, elevasi dan gobs.
3. Pemisahan anomali regional dan residual menggunakan *filter moving average*.
4. Data yang digunakan merupakan data Pengukuran Lapangan (Akuisisi) gayaberat oleh Pusat Survey Geologi pada ... titik pengukuran di wilayah daerah Bandar Negeri Semuong, Tanggamus.
5. Pemisahan anomali regional dan anomali residual menggunakan *filtermovingaverage*.
6. Identifikasi struktur bawah permukaan dilakukan dengan melakukan analisis second vertical derivative pada anomali residual

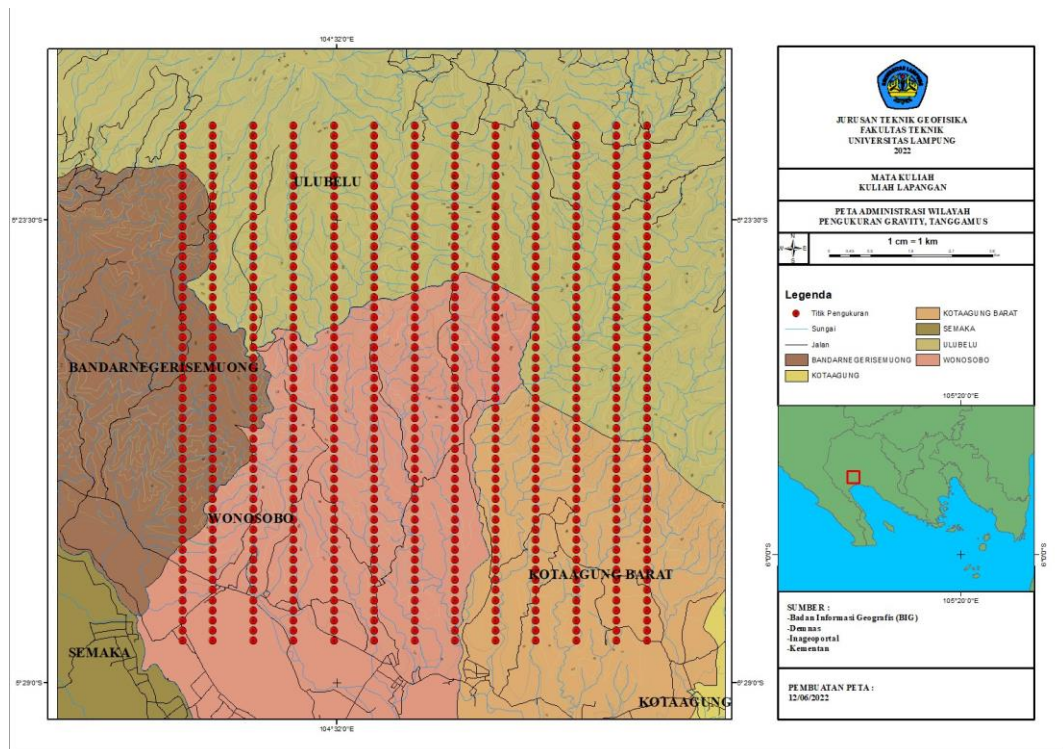
1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan khususnya sebagai sumber informasi tentang struktur bawah tanah serta mengetahui dengan pengolahan data gayaberat pada tahapan identifikasi struktur bawah tanah di area penelitian, yang nantinya akan dijadikan acuan dalam penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Administrasi

Secara Geografis Kabupaten Tanggamus berada pada posisi $104^{\circ}18' - 105^{\circ}12'$ Bujur Timur $-4^{\circ}50' - 5^{\circ}41'$ Lintang Selatan dengan luas wilayah Kabupaten Tanggamus adalah 335.661 Ha yang terdiri atas 17 Kecamatan, 3 Kelurahan, dan 310 Pekon atau Desa. Dari segi geologi, Kabupaten Tanggamus terdiri dari Lembah Semangka, yang merupakan patahan Geologi memanjang dari Teluk Semangka ke arah barat laut. Struktur tanahnya subur, berbatasan andesit turf asam, keadaan permukaan datar. pegunungan vulkanis muda sebagian berbatuan andesit, ditutupi tuff asam batuan andesit meluas ke timur.



Gambar 1. Peta adminitrasi daerah pengukuran

2.2.Kondisi Fisiografi

Kondisi daerah Tanggamus ini sebagian besar merupakan perbukitan dan pegunungan yang mempunyai kerawanan terhadap bencana gerakan tanah. Daerah Tanggamus terletak pada zona paling selatan dari sistem sesar Sumatera yang bersifat aktif sehingga kemungkinan terjadinya gempa-gempa sangat tinggi, dan salah satu akibat dari getaran gempa tersebut, sebagai eksternal faktor, maka dapat mengakibatkan gerakan tanah dengan tingkat kerusakan yang bervariasi, tergantung dari daya dukung (internal faktor) daerah yang bersangkutan.

Keadaan fisiografi bergelombang sampai bukit, daerah landai bagian timur yang termasuk wilayah Tanggamus tidak begitu luas, berbatuan andesit ditutupi tuff asam. Dataran rendah mencakup 65% wilayah Tanggamus dan sisanya dataran tinggi mencakup 35% wilayah Tanggamus. Kondisi wilayah sekitar setengahnya berlereng 40% keatas (berbukit dan bergunung) yang secara teknis konservatif tidak dapat dimanfaatkan, maka terdapat kawasan konservasi itu terutama dalam bentuk hutan Negara seluas 106.474 Ha (31.72%) dari luas Kabupaten Tanggamus.

Batas-batas Wilayah Kabupaten Tanggamus sebagaimana tertera-pada peta, sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Belalau dan Sumber jaya Kabupaten Lampung Barat selia Kecamatan Padang ratu dan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Natar, Gedong Tatan, Padang Cernin dan Kedondong Kabupaten Lampung Selatan.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Teluk Semangka dan Samudera Indonesia.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Pesisir Selatan Kabupaten Lampung Barat.

Secara garis besar, morfologi daerah kabupaten Tanggamus dapat dibagi menjadi beberapa satuan, dimana satuan mempunyai ciri dan kenampakan yang khas, baik dari bentuk gunung, perbukitan, kemiringan lereng maupun pola alirannya. Satuan morfologi terdiri dari dataran, perbukitan berelief halus, perbukitan berelief sedang perbukitan berelief agak kasar, perbukitan bereliefkasar dan perbukitan berelief sangat kasar.

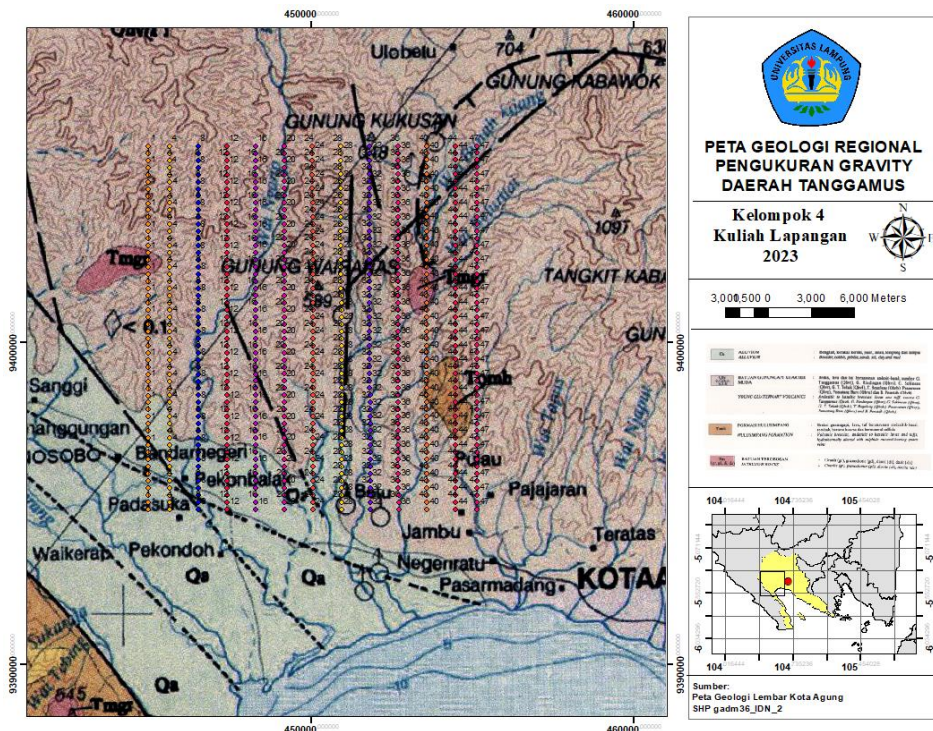
Sekitar 40% data wilayah Kabupaten Tanggamus mempunyai bentuk topografi perbukitan dan bergunung lereng dengan kemiringan lereng yang bervariasi. Sedangkan bentuk fisiografi dataran terdapat di sekitar Kecamatan Pagelaran, Pringsewu, Sukorejo, Gadingrejo. kecamatan Pulau Panggung, Cukuh Balak dan Wonosobo. Ketinggian wilayah berkisar antara 10 meter dari permukaan laut di Kota Agung sampai dengan 2.010 meter dari permukaan laut di Gunung Tanggamus.

2.3.Kondisi Geologi Regional

Kondisi topografi wilayah Tanggamus terdiri dari dataran hingga perbukitan dengan perbedaan tinggi antara lembah dan bukit berkisar antara 20 – 150 meter. Perbukitan dan pegunungan dijumpai di bagian selatan dan utara dan termasuk bagian dari taman nasional bukit barisan selatan, sedang topografi dataran dijumpai di bagian tengah yang diapit oleh perbukitan tersebut yang disebut dataran Wonosobo. Beberapa aliran sungai mengalir di wilayah ini antara lain way Semangka, way Belu, way Ngarip dan way Semung serta beberapa anak sungai yang lebih kecil.

Sebagian besar wilayah Kabupaten Tanggamus secara geologis termasuk dalam formasi kwarter. Formasi geologi yang terdapat di Kabupaten Tanggamus terutama merupakan rangkaian pegunungan Bukit Barisan yaitu satu rangkaian di sebetah barat patahan (sesar) Semangka dan satu lagi di sebelah timurnya. Batuan pra tersier di wilayah Kabupaten Tanggamus terdapat di bagian utara di sekitar Pagelaran bagian utara dan timur. Batuan tersier yang mempunyai penyebaran cukup luas di Kabupaten Tanggamus adalah batuan

gunung api andesit formasi fua. Batuan kwarter yang berupa endapan gunung api muda cukup mendominasi wilayah Kabupaten Tanggamus terutama di Pulau Panggung dan Wonosobo serta Kota Agung. Sementara alluvium yang berasal dari endapan permukaan banyak terdapat di sekitar Wonosobo, Pringsewu dan Gadingrejo.



Gambar 2. Peta Geologi Regional

Secara geologi, Kabupaten Tanggamus secara umum di dominasi oleh batuan gunung api muda (Qhv) dan satuan batuan breksi, batupasir dan batulanau dari Formasi Hulusimpang. Terdapatnya zona strukfur sesar Sumatra segmen Semangko yang berarah barat laut - tenggara merupakan kontrol utama kondisi geologi yang terdapat di daerah ini. Sesar Sumatra di kawasan ini bersifat aktif, sehingga dimungkinkan terjadi gempa dan getarannya dapat menjadi salah satu pemicu terjadinya gerakan tanah. Di daerah Kota agung kelurusan sesar Sumatra terpecah dua bagian dimana diantara sesar tersebut membentuk dataran alluvial Wonosobo yang cukup luas. Batuan penyusun daerah Kabupaten Tanggamus secara berurutan umurnya dari tua ke muda adalah sebagai berikut :

1. Formasi Talang akar (Tomt)

Formasi Talang akar dijumpai dibagian utara kabupaten Tanggamus dan penyebarannya hanya setempat-setempat. Batuanannya terdiri dari batupasir kuarsa, breksi konglomeratan, dengan sisipan lignit dan batubara.

2. Formasi Gading (Tmg)

Penyebaran satuan batuan ini berdekatan dengan Formasi Talang akar, yaitu di bagian utara dari Kabupaten Tanggamus. Batuan penyusunnya terdiri dari perselingan batupasir, batulanau dan batulempung dengan sisipan batugamping dan lignit.

3. Formasi Hulusimpang (Tomh)

Formasi Hulusimpang di daerah Kabupaten Tanggamus mempunyai penyebaran yang cukup luas, yaitu meliputi bagian barat daya dan Timur laut daerah ini. Batuan penyusunnya terdiri dari breksi, lava, batupasir, lanau kadang bersifat karbonan. Kenampakkan di lapangan batuan ini berlapis dengan baik dan sangat masif dan kompak. Penyebaran batuan ini meliputi perbukitan dan gawir sesar Sumatra segmen Semangko yang terdapat di bagian selatan Kecamatan Semaka. Kemudian di bagian lain pada perbukitan sebelah timur Kota Agung, yang meliputi kecamatan Cukuh Balak.

4. Formasi Bal (Tmba)

Batuan yang termasuk dalam Formasi Bal terdiri dari breksi vulkanik yang bersusunan dasit, tufa dan batupasir dengan penyebaran setempat-setempat. Penyebarannya dijumpai di sisi barat pegunungan Barisan Selatan dan sedikit di bagian timur Kotaagung.

5. Formasi Simpangaur (Tmps)

Formasi ini hanya dijumpai pada sayap bagian barat dari pegunungan Barisan, dimana di daerah Kotaagung dijumpai di bagian selatan pada

puncakpuncak hingga lereng barat perbukitan Barisan. Batuannya terdiri dari batupasir tufaan, batulempung tufaan, terdapat cangkang moluska dan sedikit sisipan lignit.

6. Formasi Kasai (Qtk), Formasi Lampung (Qtl), Tda Ranau (Qtr), batuan gunung api Kuarter(Qhu)

Batuan batuan yang termasuk dalam Formasiformasi tersebut di atas adalah berumur Kuarter, dimana sebagian besar belum mengalami kompaksi yang sempurna, sehingga masih rapuh dan kadang bersifat lepas. Disamping itu batuan hasil letusan gunung api Tanggamus, Rindingan, Sekincau dan gunung api lain di sekitar Kotaagung sebagian besar menutupi kawasan ini. Batuan batuan pada kelompok ini terdiri dari lava, tufa breksi volkanik, batupasir, dan batulempung tufan.

7. Batuan terobosan granit (Tmgr)

Batuan terobosan granit dijumpai secara setempat setempat dengan kenampakkan yang menonjol dan kontras dibandingkan dengan morfologi di sekitarnya. Kenampakkan granit umumnya berwarna abu-abu terang, mineralnya terdiri dari plagioklas, hornblende, felspar dan kuarsa.

8. Kelompok batuan metamorf (Pzg)

Batuan yang termasuk dalam kelompok batuan metamorf ini dijumpai di bagian utara Kota Agung. Batuannya berupa filit, sekis dan gneis yang berumur Perm (Mesozoikum).

2.4.Kondisi Geomorfologi

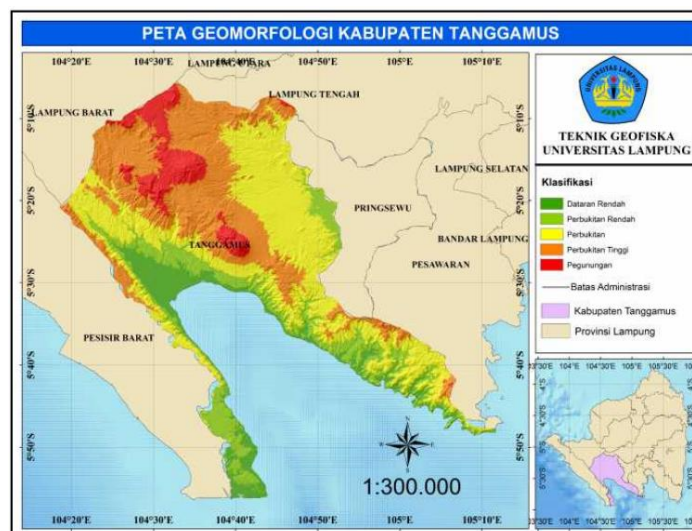
Bentuk Lahan merupakan bentukan alam di permukaan bumi yang menggambarkan kondisi suatu wilayah dengan ciri yang berbeda satu dengan lainnya,tergantung dari proses pembentukan dan evolusinya. Kabupaten Tanggamus dapat dikelompokkan menjadi 6 grup landform utama, yaitu Marin (bentuk lahan akibat adanya aktivitas air laut), Fluvial (bentuk lahan akibat pengerjaan sungai), Denudasional (bentuk lahan akibat proses erosi dan

degradasi), Struktural (bentuk lahan yang berasal dari proses geologi), (5) Vulkanik (bentuk lahan akibat aktivitas vulkanik), Kars (bentuk lahan yang didominasi oleh batu gamping).

Kabupaten Tanggamus memiliki morfologi dataran rendah, perbukitan, dan juga pegunungan. Satuan geomorfologi dataran alluvial terbagi dua, yaitu alluvial marin dan alluvial sungai. Luas dataran marin 68.812 ha (66,1%), sedangkan alluvial sungai 21.862 ha (21 persen). Satuan geomorfologi ini berada pada ketinggian 0–50 meter dpl ditandai dengan warna hijau pekat. Daerah ini relatif sempit membentang sepanjang pantai berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia (Wiradisatra, 2002).

Geomorfologi Kabupaten Tanggamus dibagi menjadi tiga diperlihatkan pada Gambar 3 yaitu :

1. Satuan geomorfologi dataran alluvial.
2. Satuan geomorfologi perbukitan.
3. Satuan geomorfologi pegunungan
- 4.



Gambar 3. Peta Geomorfologi Kabupaten Tanggamus

Satuan geomorfologi perbukitan, berada pada ketinggian 200-1000 meter dpl, ditempati oleh endapan vulkanik kuarter ditandai dengan hijau muda, kuning,

dan jingga. Daerah ini relatif aman terhadap gempa namun pada bagian yang berlereng masih rawan longsor. Satuan geomorfologi pegunungan, yang merupakan punggung Bukit Barisan, ditempati oleh endapan vulkanik kuartar dan beberapa formasi lainnya. Daerah pegunungan memiliki ketinggian 1000-2000 meter dpl ditandai dengan warna merah. Daerah ini dilalui Sesar Semangko, dengan lebar zona 10-25 km.

Berdasarkan kondisi geomorfologi, Kabupaten Tanggamus dibagi menjadi 3 (tiga) zona rawan bencana, yaitu:

1. Zona I, daerah pesisir.
2. Zona II, daerah perbukitan.
3. Zona III, daerah pegunungan (Wiradisastra, 2002).

2.5.Kondisi Stratigrafi

Stratigrafi lokal (Gambar 4) terdiri atas Formasi Gunung Rendingan sebagai produk termuda yang berdiri tinggi (andesit), yang dijumpai manifestasi aktif pada bagian puncak gunung, tetapi mata air panas dan alterasi lempung dijumpai di lereng selatan. Formasi Gunung Kukusan *low standing* (basaltik) dengan beberapa penampakan melingkar menunjukkan adanya manifestasi permukaan aktif, yang terdiri atas fumarol, mata air mendidih dan alterasi lempung secara intensif di sepanjang garis sesar dan rekahan di daerah uap panas. Formasi Gunung Duduk terletak di antara colokan dacit tua dan mata air panas serta alterasi. Formasi Gunung Sula adalah batuan tertua di lapangan geothermal Ulubelu dan dilaporkan merupakan batuan reservoir.

III. TEORI DASAR

3.1 Metode Gayaberat

Metode gravitasi merupakan salah satu metode penyelidikan dalam geofisika yang pengukurannya dapat dilakukan melalui darat, laut, maupun udara. Metode gravitasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi formasi batuan penyusun bawah permukaan bumi pada suatu wilayah melalui parameter massa jenis (densitas) sebagai akibat dari pengaruhnya terhadap variasi medan gravitasi bumi di permukaan.

Metode gravitasi selain dapat menggambarkan formasi batuan penyusun bawah permukaan bumi pada suatu wilayah juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan bumi yang lebih kompleks, seperti adanya patahan pada wilayah rawan gempa bumi dan wilayah manifestasi panas bumi. Namun, diperlukan metode-metode lanjutan untuk memberikan penggambaran yang lebih jelas, seperti metode *Improved Normalized Horizontal Tilt Derivative (INH)*, *Tilt Derivative Filter (TDR)*, *First Horizontal Derivative (FHD)*, dan *Second Vertical Derivative (SVD)*. Parameter kuantitatif pada metode FHD ialah berupa nilai FHD maksimum dan FHD minimum, sedangkan pada metode SVD berupa nilai SVD sama dengan nol.

3.2 Koreksi-Koreksi dalam Metode Gaya Berat

Dalam memproses data metode gayaberat, terdapat beberapa koreksi-koreksi yang harus dilakukan untuk mereduksi *noise-noise* yang ditimbulkan saat pengukuran. Adapun koreksi data gayaberat meliputi:

1. Koreksi Pasang Surut (*Tidal Correction*)

Koreksi Pasang Surut (*Tidal*) adalah koreksi yang dilakukan karena adanya tarikan massa yang muncul karena adanya benda-benda dari langit, terutama bulan dan juga matahari. Nilai dari koreksi pasang surut berubah setiap waktu karena kedudukan benda-benda langit tersebut. Koreksi ini terjadi karena adanya gaya tarik bulan terhadap matahari pada permukaan bumi yang membuat nilai tersebut ditambahkan pada harga baca dan juga pengamatan, jika koreksi tersebut lawan dari sebuah gaya tarik maka perlu dilakukan pengurangan. Koreksi tersebut dihitung berdasarkan perumusan yang dibuat oleh Longman (1959) yang dibuat pada sebuah paket program komputer. Dapat dilihat pada grafik pasang surut yang memiliki nilai positif dan nilai negatif karena positif maka bumi mengalami tarikan terhadap posisi normalnya dan negatif maka bumi terjadi perubahan dari posisi awalnya.

2. Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Gravimeter memiliki sistem keseimbangan pegas dan terdapat sebuah massa yang terletak pada ujung gravimeter. Pegas yang terdapat pada alat ini tidak kembali ke posisi awal karena pegas memiliki karakteristik yang tidak elastis seutuhnya. Pada saat pengukuran sering terjadi goyangan atau guncangan (transportasi), yang membuat pergeseran pada bacaan titik nol. Kejadian ini dinamakan *drift* (apungan) yang memiliki besaran dengan fungsi waktu. Koreksi ini dilakukan guna mengoreksi kesalahan pembacaan gravimeter pada saat melakukan pengukuran nilai gayaberasat di suatu tempat. Koreksi *drift* dilakukan dengan sistem lintasan yang 20 menutup (*loop* tertutup), caranya dengan melakukan pengukuran kembali pada tempat stasiun awal (titik ikat pada tiap *loop*) (Telford dkk., 1990).

3. Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Koreksi lintang merupakan koreksi gayaberasat yang berguna untuk melakukan koreksi nilai gayaberasat pada lintang geografis yang muncul akibat terdapatnya gaya sentrifugal dan bentuk ellipsoid yang muncul akibat bentukan bumi yang tidak bulat seutuhnya, terdapat perbedaan antara jari-jari bumi yang berada di kutub dan di khatulistiwa (Telford dkk, 1990). Nilai

gayaberat yang berada di kutub akan lebih tinggi dibandingkan nilai gayaberat yang berada di khatulistiwa. Koreksi lintang dapat ditentukan dengan 2 cara yaitu dengan menggunakan georeferensi IGRF 67 (untuk derajat lintang/latitude) atau IGRF 84 (untuk radian):

Rumus IGRF 67: $g\theta = 978031.8 (1 + 0.00539224 \sin^2 \theta - 0.0000059 \sin^2 2\theta)$

Rumus IGRF 84: $g\theta = 978032.7 (1 + 0.00539224 \sin^2 \theta - 0.0000059 \sin^2 2\theta)$

4. Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Koreksi ini dilakukan karena ketinggian h dari mean sea level akan membuat nilai dari g yang semakin kecil, sehingga perlu dilakukan koreksi pada pembacaan alat. Koreksi ini dilakukan agar mendapatkan nilai dari bacaan gravitasi absolut pada titik observasi (Lowrie, 2007). Menurut Kirbani (2001) persamaan yang digunakan untuk koreksi udara bebas adalah:

$$FAC = 0,3086 \times h$$

Keterangan :

FAC : Free Air Correction

H : Ketinggian (m)

Sedangkan anomali udara bebasnya atau *Free Air Anomaly* (FAA), dapat dituliskan sebagai berikut:

$$FAA = g_{obs} - g\phi + 0.3086 h$$

Keterangan :

FAA : Free Air Anomaly

g_{obs} : Gravitasi Observasi

5. Koreksi Bouguer

Koreksi *Bouguer* merupakan koreksi untuk menghilangkan efek dari sebuah massa batuan yang mengisi ruangan antara titik pengukuran dan suatu

bidang acuan. Besar koreksi ini dapat dihitung berdasarkan persamaan (Blakely, 1996):

$$BC = 2\pi G \rho h \quad (16)$$

Karena , $2\pi G = 0,04191$ maka,

$$BC = 0.04191\rho h$$

dimana,

BC : *Bouguer Correction* (mGal/m)

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

ρ : Rapat massa batuan rata-rata (2,67 gr/cc)

h :Ketinggian (m)

6. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Menurut Akbar (2022) koreksi topografi atau koreksi medan dilakukan untuk mengoreksi penyebaran massa yang tidak teratur di sekitar titik pengukuran. Kondisi topografi di sekitar titik pengamatan terkadang tidak beraturan seperti adanya lembah atau bukit yang juga mempengaruhi nilai Gravitasi di titik pengamatan. Bukit mempunyai efek yaitu memperkecil percepatan Gravitasi. Karena itu koreksi medan untuk bukit ini harus ditambahkan yang berarti bahwa lembah disekitar titik pengamatan dianggap mempunyai massa batuan. Pengaruh material di sekitar baik material yang ada berada diatas maupun dibawah titik pengukuran turut memberi tambahan terhadap hasil pengukuran di titik pengukuran tersebut sehingga perlu untuk melakukan koreksi topografi dan jika pada medan pengukuran mempunyai topografi yang tidak beraturan atau memiliki bentuk elevasi yang tidak sama seperti rangkaian pegunungan maupun bukit. Jika pada medan pengukuran memiliki bentuk relatif datar maka perlu untuk koreksi medan dapat diabaikan. Berikut penurunan koreksi medan adalah:

$$g = \frac{0.04193}{n} \rho \left\{ (r_2 - r_1) + \sqrt{r_2^2 + L^2} - \sqrt{r_1^2 + L^2} \right\}$$

Dimana :

g : Respon gayaberat (mGal)

n : Jumlah kompartemen tiap zona

ρ : Densitas (gr/cc) r_1 : jari-jari radius dalam (m)

r_2 : jari-jari radius luar (m)

L : Selisih ketinggian dari titik pengukuran (m)

3.3 Metode Parasnis

Untuk menentukan rapat massa telah dikembangkan oleh dikembangkan oleh parasnis. Dalam persamaan anomali bouguernya yaitu:

$$g_{obs} - g_N + 0.3086h = (0.04193h - TC)\rho + BA$$

dengan asumsi bahwa harga anomali bouguer yang mempunyai nilai random erornya sama dengan nol pada daerah survey. Data diplot ($g_{obs} - g_N + 0.3086h$) terhadap ($0.04193h - TC$) untuk memastikan garis regresi linier yang tepat pada perbedaan ρ yang dianggap sebagai nilai densitas yang benar.

3.4 Metode Nettleton

Pada metode ini, hasil dari pengukuran dibuat grafik anomali bouguer dengan berbagai macam nilai densitas dan dibandingkan dengan peta tofografi. Setelah dibandingkan sehingga menghasilkan nilai densitas yang memiliki beberapa variasi minimum dengan peta topografi yang dianggap sebagai nilai densitas yang sebenarnya. Rapat massa batuan diperoleh dari harga rapat massa yang diasumsikan:

$$\rho = \rho_0 + \frac{\Sigma (\Delta g_{rel} - \overline{\Delta g_{rel}}) - (h - \bar{h})}{0.04191 \Sigma (h - \bar{h} + \Delta g_T - \Delta g_T)}$$

3.5 First horizontal derivative (FHD)

Analisis dari struktur geologi bawah permukaan akan menghasilkan hasil yang beragam, sehingga digunakan metode analisa derivative (*first horizontal derivative* dan *second vertical derivative*) untuk membantu identifikasi struktur. *First horizontal derivative* (FHD) anomali gayaberat digunakan untuk menunjukkan batas struktur geologi yang menyebabkan anomali. Pada daerah yang terdapat struktur geologi akan dapat dilihat turunan pertama horisontal

cenderung memiliki karakteristik tajam berupa nilai maksimum atau minimum. *Second Vertical Derivative* dilakukan untuk memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya yang digunakan untuk mendeteksi anomali yang disebabkan oleh struktur. Pada second vertical derivative anomali yang disebabkan oleh struktur geologi akan memiliki nilai mutlak maksimum dan nilai mutlak minimum serta dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nol sebagai batas karakteristik geologi (Reynolds, J.M., 1997).

Pengertian *Horizontal Derivative* yang ada pada anomali gayabarat merupakan sebuah perubahan nilai anomali yang terjadi dari satu titik ke titik lainnya terhadap jarak tertentu. *Horizontal Derivative* dapat muncul karena suatu *body* cenderung untuk menunjukkan terhadap tepian dari *body*-nya tersebut. Jadi metode *Horizontal Derivative* dapat kita digunakan dalam penentuan daerah batas kontak densitas horizontal yang ada berdasarkan data gayabarat (Cordell, 1979).

Dalam penelitian identifikasi struktur bawah permukaan yang dilakukan oleh Sarkowi (2010) menyatakan bahwa Pemodelan SVD untuk penentuan jenis patahan atau sesar dilakukan dengan membuat model struktur patahan dengan sifat fisis sebagai berikut : density benda 2.3 g/cc dan 2.2 g/cc dengan kedalaman model benda sampai 500 meter. Dari pemodelan sintetik tentang karakteristik SVD akibat struktur patahan diperoleh hasil sebagai berikut :

- a. Nilai $SVD = 0$ menunjukkan bahwa di daerah tersebut merupakan daerah patahan
- b. Nilai $SVD1 > SVD2$ mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar turun
- c. Nilai $SVD1 < SVD2$ mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar naik 30
- d. Nilai $SVD1 \cong SVD2$ mengindikasikan bahwa jenis sesar di daerah tersebut adalah sesar tegak

Analisis derivatif dilakukan untuk mengetahui zona patahan dan jenis patahan yang berada pada suatu daerah penelitian. *First horizontal derivative* (FHD)

second vertical derivative (SVD) digunakan untuk memunculkan sumber anomali yang bersifat dangkal. FHD dan SVD merupakan analisis yang memiliki sifat sebagai *high pass filter*, dimana dapat menggambarkan anomaly lokal yang berasosiasi dengan struktur dangkal sehingga nilainya dapat dijadikan untuk mengidentifikasi zona patahan, batas litologi dan jenis patahan yang berada di daerah tersebut termasuk patahan naik atau patahan turun (Hartati, 2012).

Metode dapat digunakan dalam hal penentuan struktur bawah permukaan yang tergolong dangkal ataupun dalam. Untuk mendapatkan nilai FHD dapat dilakukan dengan persamaan berikut menurut (Blakely, 1996) :

$$\text{FHD} = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2}$$

Dengan $\frac{\partial g}{\partial x}$ dan $\frac{\partial g}{\partial y}$ merupakan turunan pertama perubahan nilai gravitasi pada arah x dan y.

3.6 Second Vertical Derivative (SVD)

Second Vertical Derivative (SVD) dapat kita gunakan dalam hal memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya sehingga dapat menentukan batas struktur yang berada di daerah penelitian. Metode ini dapat digunakan dalam hal pemisahan anomali residual yang tidak dapat dipisahkan menggunakan metode *Moving Average* (Yulistina, 2017). Pada metode *Second Vertical Derivative* anomali residual ditunjukkan oleh anomali *Second Vertical Derivative* yang menggambarkan bentuk struktur dari anomali yang bersifat dangkal sehingga memperlihatkan hasil yang relative sama dengan anomali residual yang menggunakan metode *moving average*. Secara teoritis, metode ini diturunkan dari persamaan *laplace*:

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (\text{pers 1})$$

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

Untuk SVD, persamaan 2 menjadi:

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x^2} = - \left(\frac{\partial^2 g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \quad (\text{pers 3})$$

Second vertical derivative (SVD) merupakan teknik filtering dari anomaly gravitasi untuk mendapatkan nilai turunan kedua dan memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya (Lestari & Sarkowi, 2013). Turunan kedua dari potensial gravitasi diperoleh dengan memasukan gradien dari gravitasi dalam arah x dan y (Telford dkk., 1990). Metode ini digunakan untuk menekankan informasi anomali nol yang terkandung dalam data gravitasi, karena nilai 0 mgal/m² yang menunjukkan kepadatan lateral pada kontras yang diindikasikan sebagai sesar.

Tabel 1. Nilai densitas batuan (Telford dkk., 1990)

<i>Rock Type</i>	<i>Range (gr/cc)</i>	<i>Average (gr/cc)</i>
<i>Sediment (wet)</i>		
Overburden		1.92
Soil	1.20-2.40	1.92
Clay	1.63-2.60	2.21
Gravel	1.70-2.40	2.00
Sand	1.70-2.30	2.00
Sandstone	1.61-2.76	2.35
Shale	1.77-3.20	2.4
Limestone	1.93-2.90	2.55
Dolomite	2.28-2.90	2.70
Sedimentary rocks (av.)		2.50
<i>Igneous Rocks</i>		
Rhyolite	2.35-2.70	2.52
Andesit	2.40-2.80	2.61

Granite	2.50-2.81	2.64
Granodiorite	2.67-2.79	2.73
Porphyry	2.60-2.89	2.74
Quartz diorite	2.62-2.96	2.79
Diorite	2.72-2.99	2.85
Lavas	2.80-3.00	2.90
Diabase	2.50-3.20	2.91
Basalt	2.70-3.30	2.99
Gabbro	2.70-3.50	3.03
Perioditite	2.78-3.37	3.15
Acid igneous	2.30-3.11	2.61
Basic igneous	2.09-3.17	2.79
Morphic Rocks		
Quartzite	2.50-2.70	2.60
Schists	2.39-2.90	2.64
Graywacke	2.60-2.70	2.65
Marble	2.60-2.90	2.75
Serpentinite	2.40-3.10	2.78
Slate	2.70-2.90	2.79
Gneiss	2.59-3.00	2.80
Amphibolite	2.90-3.04	2.96
Eclogite	3.20-3.54	3.37
Metamorphic	2.40-3.10	2.74

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 Juni 2022, lokasi penelitian terletak pada way Panas, disekitar daerah Bandar Negeri Semuong, Tanggamus, Lampung. Pengolahan data pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada tempat sebagai berikut:

Tempat : Lab Pengolahan dan Pemodelan Data, Teknik Geofisika
Universitas Lampung

Alamat : Jl. Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Rajabasa, Gedong
Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung
35141

4.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Laptop
2. Data Gayabarat Bandar Negri Semuong, Tanggamus
3. Peta Geologi
4. *Software* Surfer 13
5. *Software* ArcGis V 10.3
6. *Software* Global Mapper V 18
7. *Software* Numeri
8. *Software* Microsoft Excel 2019

4.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini, prosedur untuk melaksanakan penelitian ini meliputi tahap studi literatur, pengumpulan data, anomali bouguer lengkap, analisis spektrum, pemisahan anomaly residual dan regional, analisis derivative dan diagram alir

4.3.1 Studi literatur

Tahapan awal pada penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur merupakan metode yang meliputi serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penulisan. Studi literatur ini dilakukan untuk mempelajari secara lebih mendalam mengenai metode gayaberat berdasarkan sumber/referensi yang relevan dengan penelitian. Referensi tersebut berupa buku, artikel dan jurnal ilmiah. Jenis penulisan yang digunakan adalah studi literatur review yang berfokus pada hasil penulisan yang berkaitan dengan topik atau variabel penulisan.

4.3.2 Pengumpulan Data

Tahapan yang dilakukan setelah dilakukannya studi literatur adalah pengumpulan data. Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder gayaberat yang didapati dari pengukuran sebelumnya.

4.3.3 Anomali Bouguer Lengkap

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapati dari pengukuran yang telah dilakukan sebelumnya pada daerah Bandar negeri Semuong, Tanggamus, Lampung. Dalam pengolahan data dilakukan koreksi gayaberat, dan menentukan rata-rata nilai densitas pada titik pengukuran menggunakan metode *Parasnis*. Dari pengolahan ini didapati Anomali Bouguer Lengkap (ABL). Kemudian dilakukan proses *gridding* menggunakan *software* Surfer pada data yang didapatkan untuk menampilkan peta anomaly bouguer pada daerah penelitian.

4.3.4 Analisis Spektrum

Dalam tahap analisis untuk merubah domain data dari spasial jarak ke spasial frekuensi dilakukan analisis Transformasi *Fourier* menggunakan data Anomali Bouguer Lengkap. Pada proses ini *software* yang digunakan adalah *software* Numeri. Berdasarkan proses FFT hasil yang di dapatkan yaitu nilai real dan nilai imajiner dari lintasan yang selanjutnya akan diolah menggunakan perangkat lunak Ms. Excel untuk mendapatkan nilai amplitudo (A), $\ln A$, frekuensi dan nilai bilangan gelombang k . Nilai amplitudo (A) dihasilkan dengan Teknik menghitung akar kuadrat dari nilai real dan imajiner. Untuk mendapatkan nilai $\ln A$ dilakukan proses logaritma untuk nilai amplitudo (A). Perhitungan nilai frekuensi bergantung pada domain spasial yang telah ditentukan sebelumnya dengan mengetahui besarnya nilai k . Setelah nilai didapati dilakukan proses *plotting* pada nilai k dan nilai $\ln A$, sehingga didapati nilai kedalaman anomaly regional dan residual yang disebut dengan *cut off* pada daerah tersebut yang nantinya nilai tersebut akan digunakan pada tahap penentuan besarnya lebar jendela.

4.3.5 Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Anomali Bouguer pada metode gayaberat disebabkan oleh perbedaan densitas batuan, baik yang berada dekat dengan permukaan bumi maupun yang jauh dari permukaan bumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode gayaberat untuk mengamati semua anomaly yang ada, dari daerah dangkal maupun daerah dalam, oleh karena itu dilakukanlah pemisahan anomaly regional dan residual. Pemisahan anomaly residual dan regional pada penelitian ini dilakukan dengan metode *moving average*. *Moving average* merupakan tahapan meratakan nilai anomaly dari data anomaly gayaberat, hasil dari metode ini adalah anomaly regional, dan untuk anomaly residual dihasilkan dari selisih hasil pengurangan antara anomaly Bouguer dengan anomaly regional. Dalam proses ini digunakan perangkat lunak Surfer, proses pemisahan anomaly

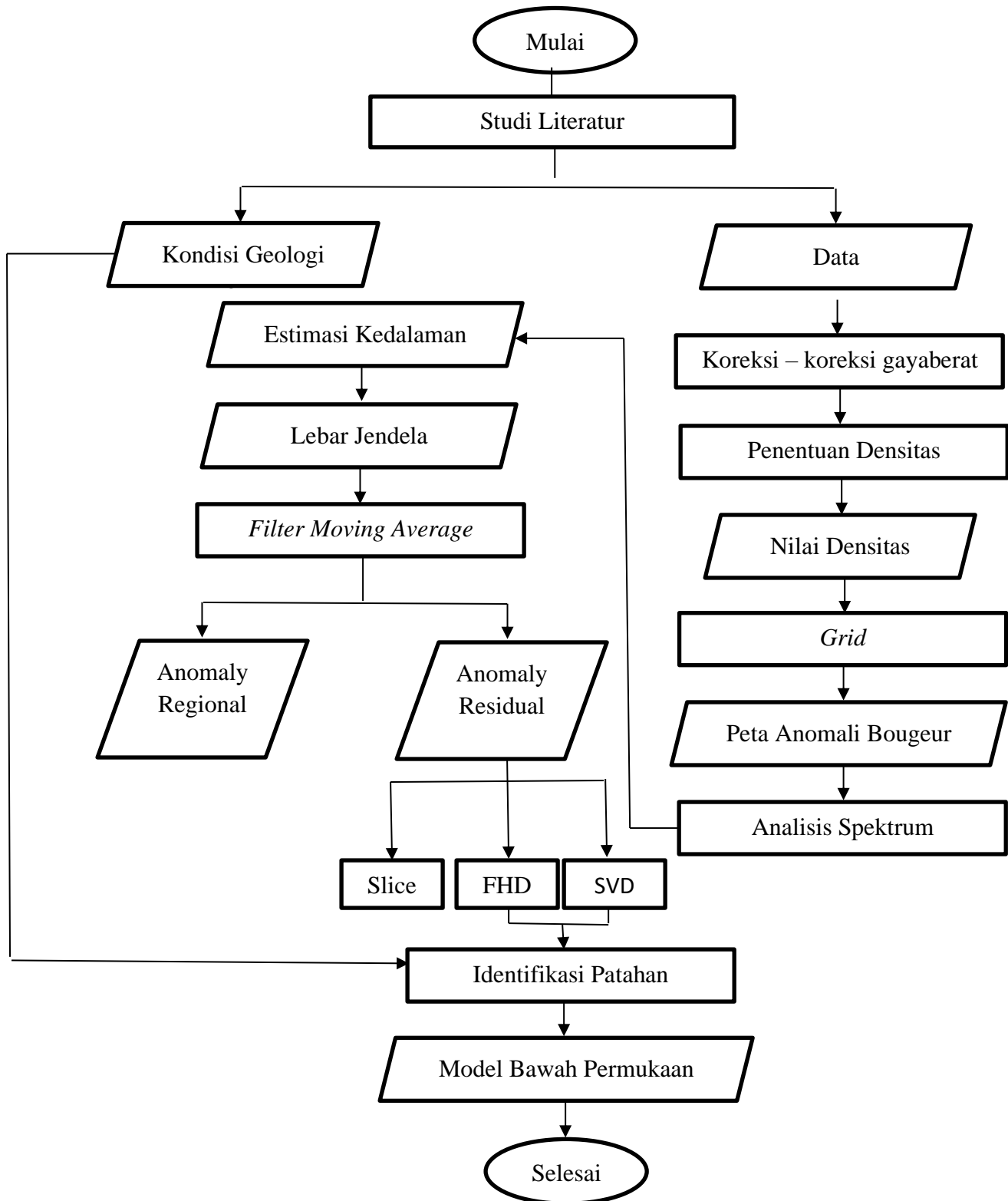
dimulai dengan melakukan *input* data anomali Bouguer ke dalam perangkat lunak Surfer lalu nilai lebar jendela optimal yang didapatkan pada proses analisis spektral dimasukkan sebagai nilai input pemisahan.

4.3.6 Analisis *Derivative*

Berdasarkan nilai anomali residual dan anomali regional yang didapatkan dari *filter moving average* didapati daerah dengan nilai anomali rendah yang menunjukkan bahwa terdapat lapisan batuan dengan kontras rapat masa yang lebih rendah dan dapat diindikasikan sebagai daerah reservoir panas bumi daerah penelitian. nilai anomali tinggi mencirikan adanya batuan dengan rapat massa yang tinggi (*basement high*) yang dapat diindikasikan sebagai daerah *heat source*. Berdasarkan kontras anomali tinggi dan anomali rendah dapat diinterpretasikan adanya daerah patahan ataupun kontras litologi, untuk memastikan hal tersebut penulis melakukan tahapan analisa *derivative* agar diketahui sebaran patahan pada daerah penelitian, analisis *derivative* inipun dilakukan untuk membantu dalam

4.4 Diagram Alir

Adapun diagram alir pada pengolahan kali ini adalah



Gambar 5. Diagram Alir

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

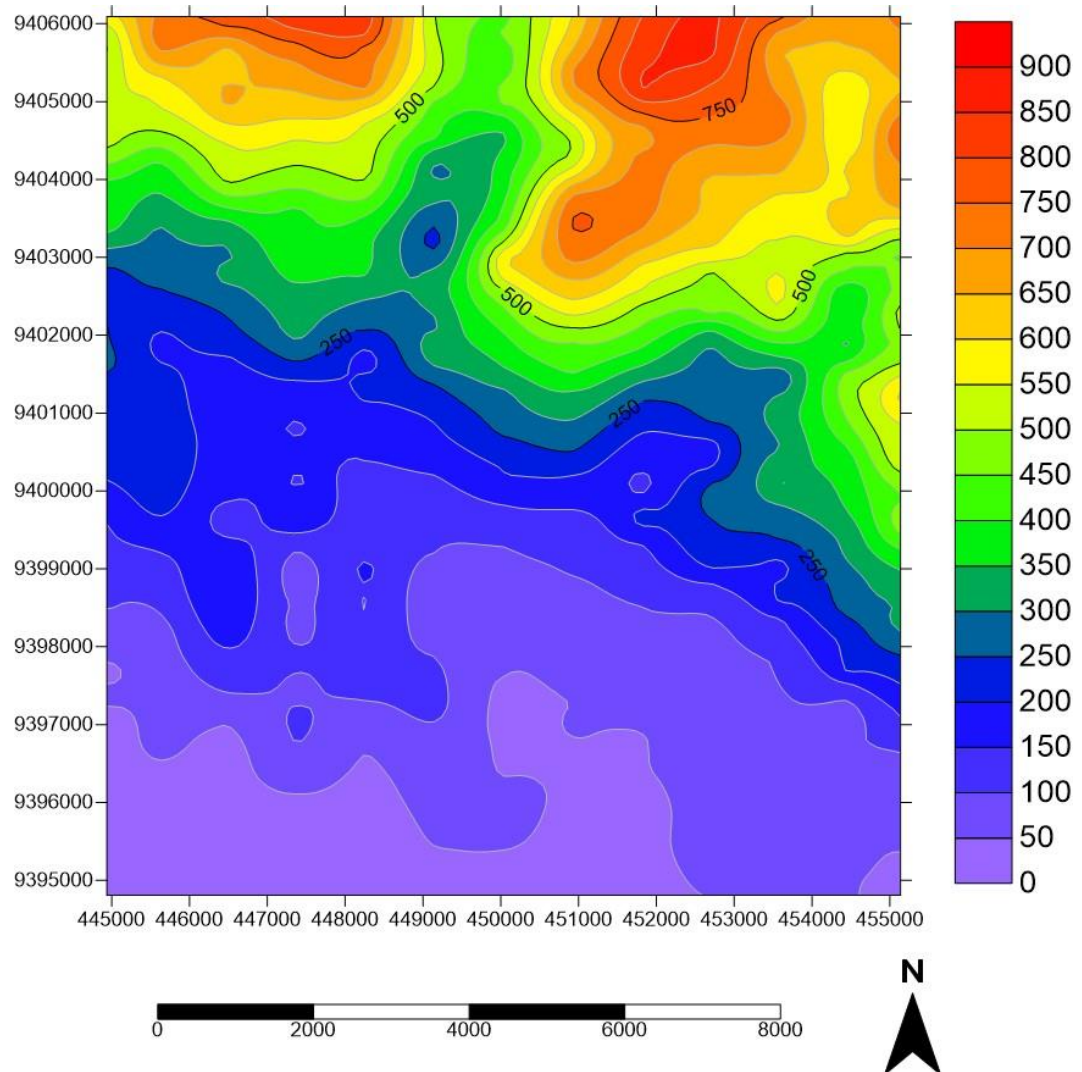
5.1 Data Gaya Berat

Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder. Data yang diperoleh berupa data koordinat, gravitasi observasi, *terrain correction* dan juga data topografi. Untuk diperoleh nilai anomali bouguer yang mempresentasikan anomali daerah tersebut, maka diperlukan proses pengoreksian untuk mereduksi *noise-noise* yang ditimbulkan serta diperlukan penentuan densitas permukaan. Koreksi yang dilakukan yaitu koreksi lintang (*latitude correction*), koreksi udara bebas (*free air correction*), dan koreksi Bouguer (*Bouguer correction*). Anomali gayabarat yang dihasilkan setelah diaplikasikan koreksi Bouguer dan udara bebas disebut sebagai anomali Bouguer sederhana (Blakely, 1996). Selanjutnya setelah dilakukan koreksi medan didapatkan nilai anomali Bouguer lengkap. Selanjutnya untuk menghitung densitas permukaan dengan tepat di area ini dilakukan menggunakan metode Parasnis.

5.2 Topografi

Daerah penelitian ini berada di daerah Way Panas, Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung. Nilai topografi di daerah penelitian berkisar antara 9 – 900 meter seperti pada Gambar 6. Daerah tertinggi berada di sekitar arah utara daerah penelitian yang memiliki nilai topografi tertinggi yaitu sekitar 900 meter yang kemungkinan merupakan daerah vulkanik dan pada bagian timur laut juga memiliki garis kontur topografi yang cukup rapat yang dapat diidentifikasi sebagai daerah yang cukup terjal. Sedangkan di sekitar arah selatan daerah penelitian merupakan memiliki nilai topografi yang rendah dan

memiliki garis kontur yang renggang dan dapat diidentifikasi sebagai daerah yang cukup datar. Dari gambar 6, maka dapat diketahui bahwasannya untuk daerah yang tinggi memiliki warna kuning hingga merah sedangkan untuk daerah dengan topografi rendah ditandai dengan warna ungu hingga biru.

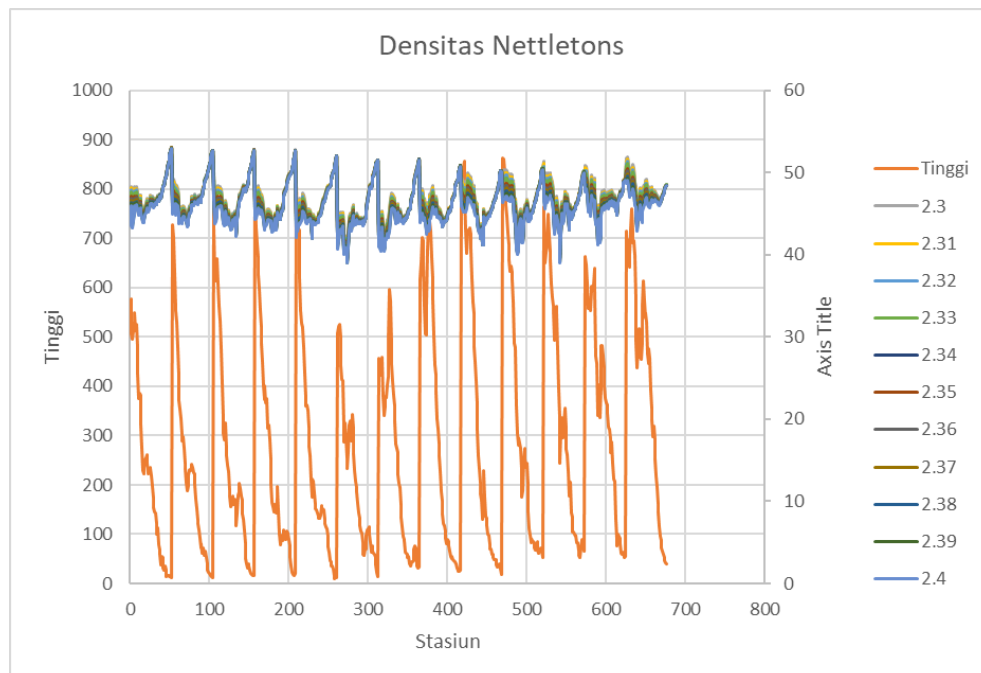


Gambar 6. Peta Kontur Topografi Daerah Penelitian

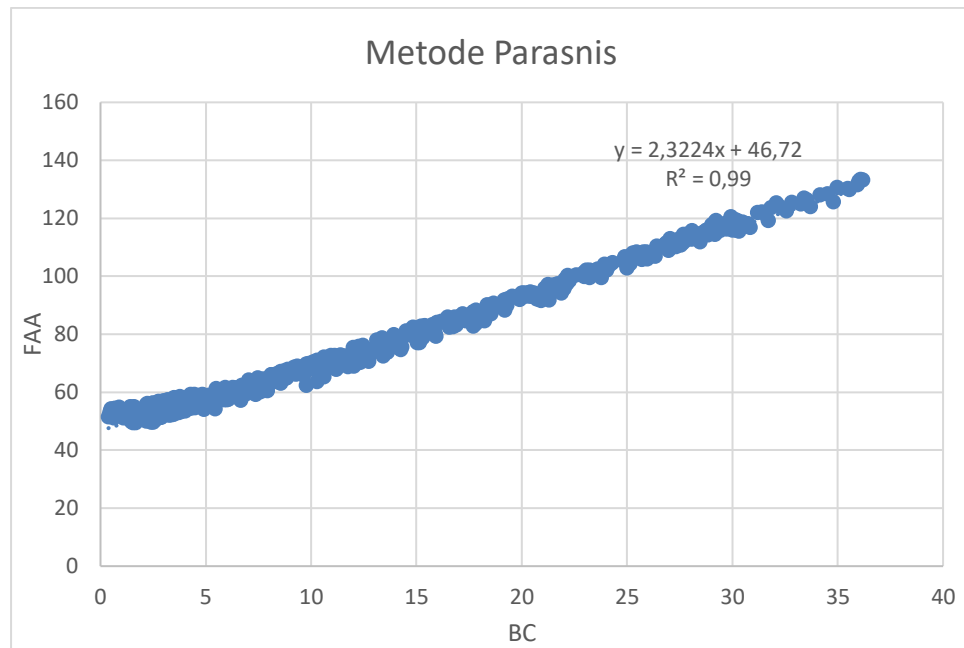
5.3 Variasi Rapat Massa (Densitas)

Penentuan Nilai Rapat Massa Rata-Rata Lingkungan. Hasil perhitungan densitas lingkungan rata-rata dengan metode Nettleton dengan rentang nilai densitas yang diuji antara 2.3 hingga 2.4 gr/cm, seperti pada Gambar 7. Untuk menghitung koreksi Bouguer diperlukan harga rapat massa rata-rata batuan

wilayah penelitian. Harga rapat massa batuan ini dapat didekati dengan berbagai cara antara lain metode sampel, metode parsnis dan metode Nettleton. Dalam penelitian ini digunakan metode Nettleton dan Parasnisi, karena wilayah pengamatan merupakan dataran tinggi dengan elevasi yang bervariasi. Secara kuantitatif, metoda ini menerapkan korelasi silang antara perubahan elevasi terhadap referensi tertentu dengan anomali gayaberatnya. Nilai korelasi silang yang terkecil merupakan rapat massa permukaan rata-rata yang terbaik. Penentuan harga rapat massa rata-rata batuan dengan menggunakan metode Nettletons diperoleh harga rapat massa batuan rata-rata terbaik 2.32 g/cm^3 dan Penentuan harga rapat massa rata-rata batuan dengan menggunakan metode Parasnisi diperoleh harga rapat massa batuan rata-rata terbaik 2.3224 g/cm^3 . Harga ini berdasarkan nilai korelasi yang paling kecil yang berarti bahwa perubahan ketinggian tidak berpengaruh pada perubahan nilai anomali Bouguer. Nilai ini menggambarkan kondisi batuan disekitar wilayah pengamatan yang sebagian besar adalah batu pasir (*sandstone*). Oleh karena itu, dari harga rapat massa batuan ini dapat dihitung koreksi bouguer, anomali Bouguer dan juga anomali residu wilayah pengamatan. Berikut gambar variasi rapat massa menggunakan metode Nettletons dan Parasnisi.



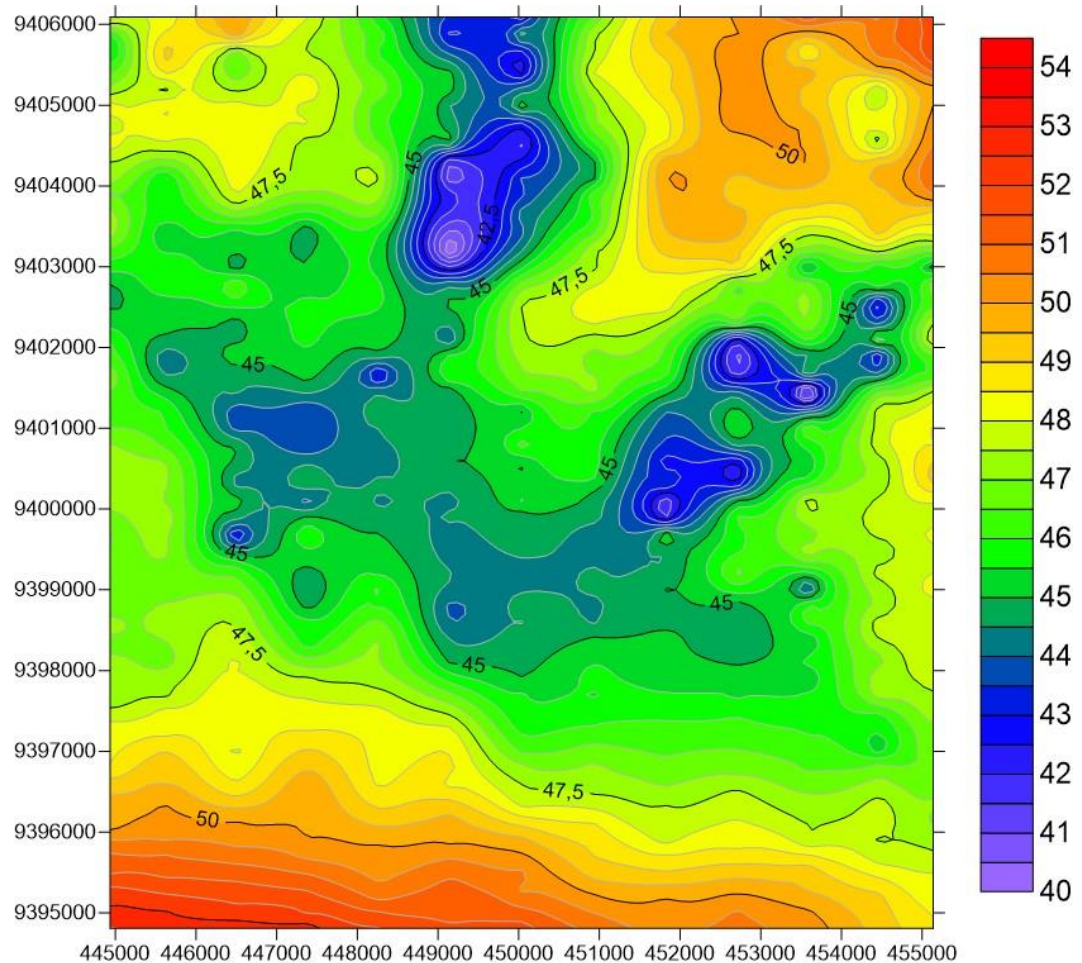
Gambar 7. Grafik estimasi rapat massa menggunakan metode Nettletons



Gambar 8. Grafik estimasi rapat massa menggunakan metode Parasnis

5.4 Anomali Gaya Berat (*Bouguer Anomaly*)

Setelah melakukan pengolahan terhadap data lapangan, maka didapatkan nilai anomali gaya berat (*Bouguer anomaly*). Anomali Bouguer merupakan selisih antara nilai gayaberat pengamatan dengan gayaberat teoritik pada titik pengamatan. Untuk melakukan proses interpretasi terhadap hasil pengolahan data, dilakukan pembuatan kontur nilai anomali gaya berat (*Bouguer anomaly*). Hasil pembuatan kontur anomali gaya berat (*Bouguer anomaly*) ditunjukkan pada Gambar 9. Hal yang membuat daerah penelitian menjadi menarik untuk diteliti lebih lanjut adalah kondisi topografi yang berbanding terbalik dengan anomali yang dihasilkan. Berdasarkan peta topografi, daerah dengan anomali Bouguer tinggi pada bagian selatan daerah penelitian merupakan daerah dengan topografi rendah. Sementara daerah dengan anomali Bouguer rendah pada bagian dominan tengah hingga ke utara daerah penelitian tinggi merupakan daerah dengan topografi tinggi.



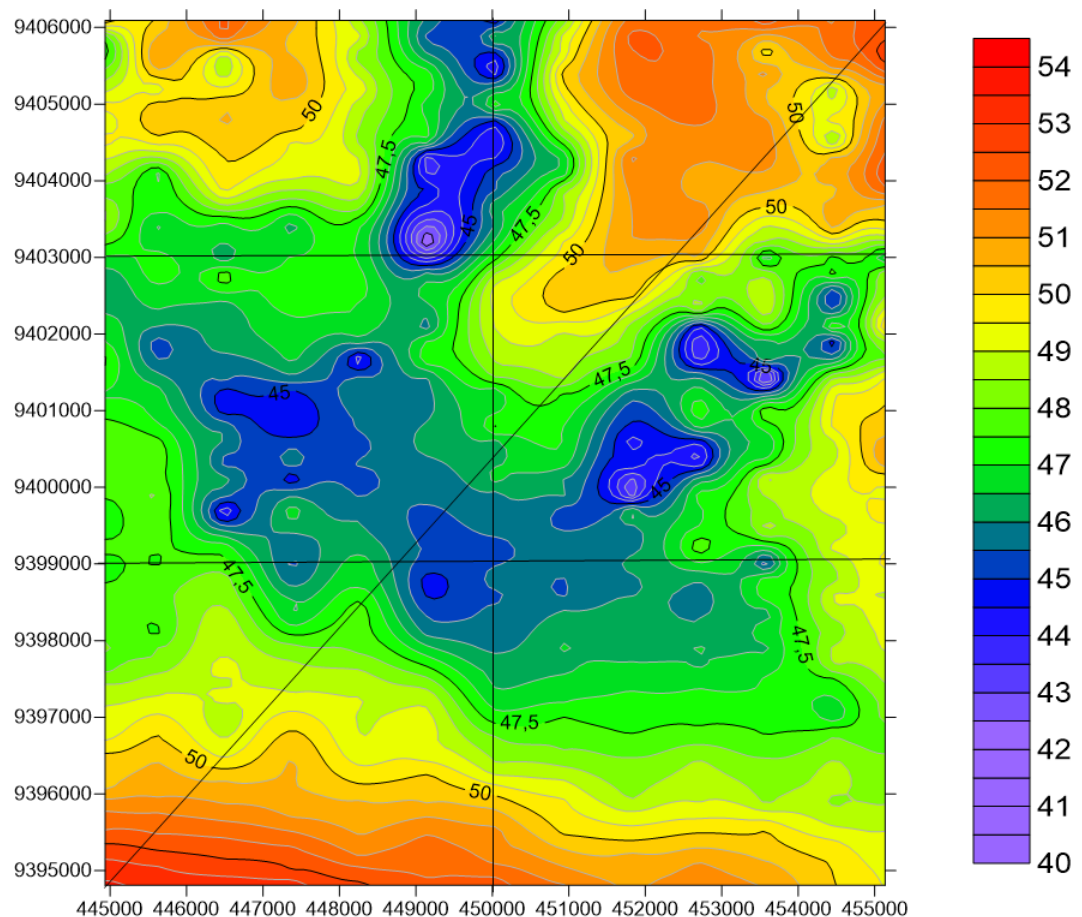
Gambar 9. Anomali Bouguer

Berdasarkan peta anomali gaya berat terlihat bahwa nilai anomali pada daerah penelitian berkisar antara 0.86 mgal – 83.2 mgal. Nilai anomali tinggi berada pada daerah penelitian bagian timur laut dengan nilai berkisar antara 60 mgal – 85 mgal. Nilai anomali tinggi tersebut diperkirakan berasal dari batuan yang memiliki densitas tinggi. Berdasarkan peta geologi regional, daerah dengan anomali tinggi ini merupakan batuan gunung api muda (Qhv) dengan satuan batuan tuff bersusun andesit-basal yang bersumber dari Gunung Rindingan dari Formasi Hulusimpang. Sementara nilai anomali rendah berada pada daerah penelitian bagian selatan dengan nilai berkisar antara 0.8 mgal – 30 mgal. Nilai anomali rendah tersebut diperkirakan berasal dari batuan yang memiliki densitas lebih rendah atau disebabkan struktur batuan yang lebih turun dibandingkan dengan batuan di sekitarnya. Berdasarkan peta geologi regional,

daerah dengan anomali rendah ini merupakan batuan gunung api muda (Qhv) dengan satuan batuan batupasir dan batulanau dari Formasi Hulusimpang.

5.5 Analisis Spektrum

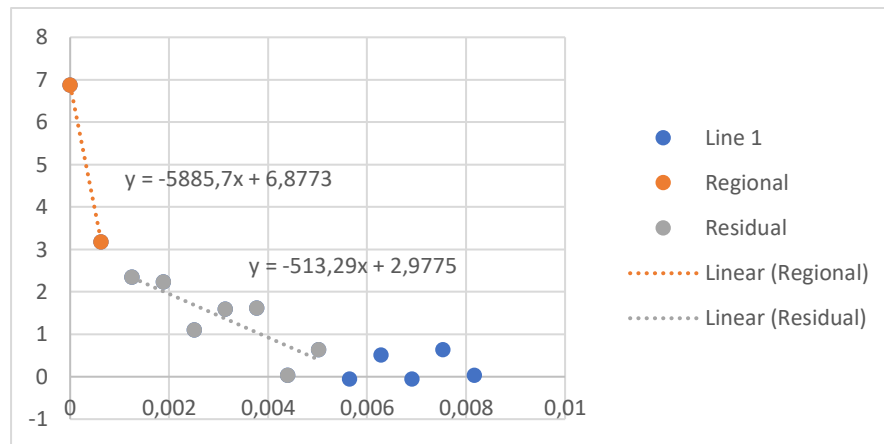
Analisa spektrum bertujuan untuk memperkirakan kedalaman benda anomali di bawah permukaan sehingga akan membantu dalam pemodelan yang akan dilakukan. Dalam melakukan proses analisa spektrum, input yang diperlukan adalah jarak antar titik pengukuran dan nilai anomali gaya berat hasil *slice* dari kontur anomali gaya berat (*Bouguer anomaly*). Daerah yang menjadi lintasan *slice* untuk analisa spektrum ditunjukkan pada Gambar 10.



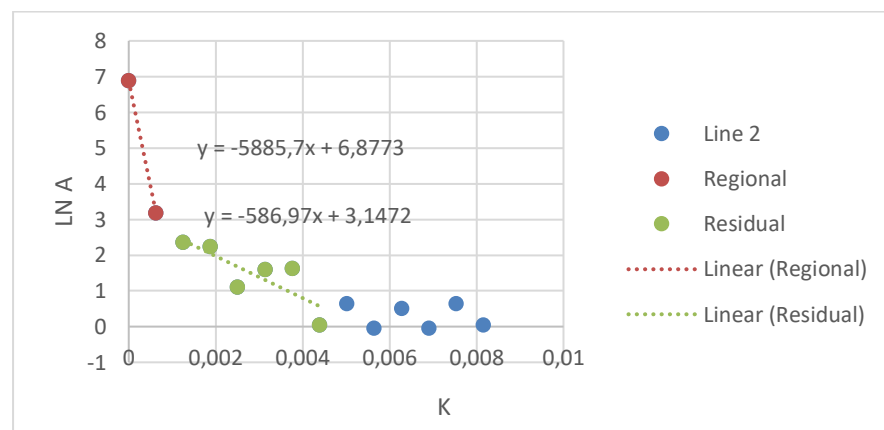
Gambar 10. Lintasan *slice* analisis spektrum

Analisis spektrum pada penelitian ini dilakukan pada 4 (empat) lintasan dengan nilai jarak spasi adalah 500 m. Dari masing-masing analisis spektrum yang

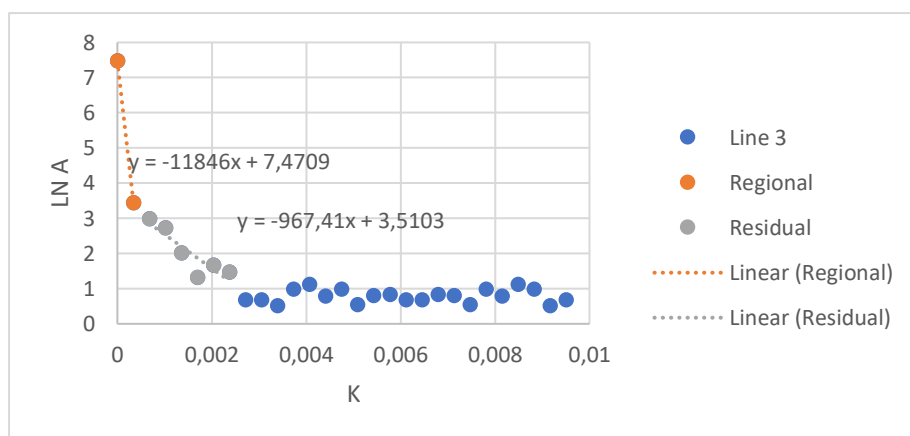
telah dilakukan, diperoleh tren regional dan tren residual yang berbeda-beda dari tiap lintasan, hal ini dapat terlihat pada gambar di bawah ini.



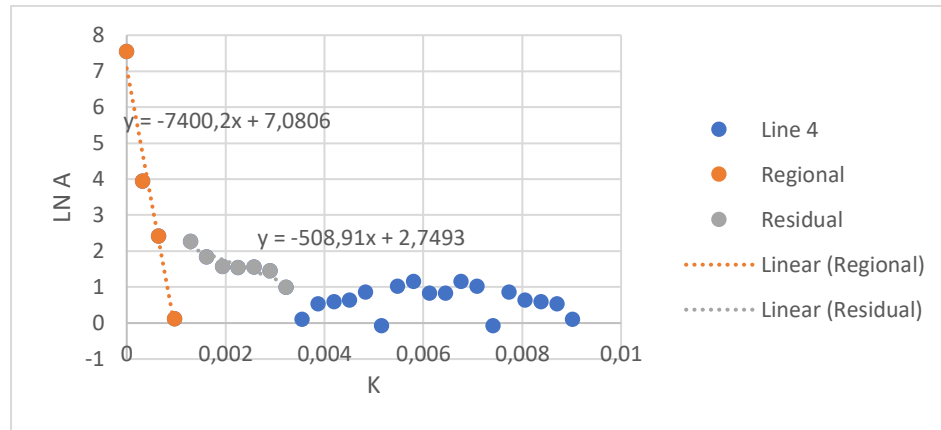
Gambar 11. Kurva hasil analisa spektrum pada lintasan *slice 1*



Gambar 12. Kurva hasil analisa spektrum pada lintasan *slice 2*



Gambar 13. Kurva hasil analisa spektrum pada lintasan *slice 3*



Gambar 14. Kurva hasil analisa spektrum pada lintasan *slice* 4

Dari hasil perhitungan analisis spektrum tiap lintasan, maka didapatkan data seperti berikut ini.

Tabel 2. Perhitungan hasil analisis spektrum

Lintasan	Kedalaman Regional	Kedalaman Residual	C1	C2	K	Lambda	N
1	-5885.7	-513.29	6.877	2.978	0.00072589	8655.78942	17.3115788
2	-5885.7	-586.97	6.877	3.147	0.00070396	8925.47183	17.8509437
3	-11846	-967.41	7.471	3.51	0.00036407	17258.0409	34.5160818
4	-7400.2	-508.91	7.081	2.749	0.00062852	9996.82591	19.9936518
							22.418064

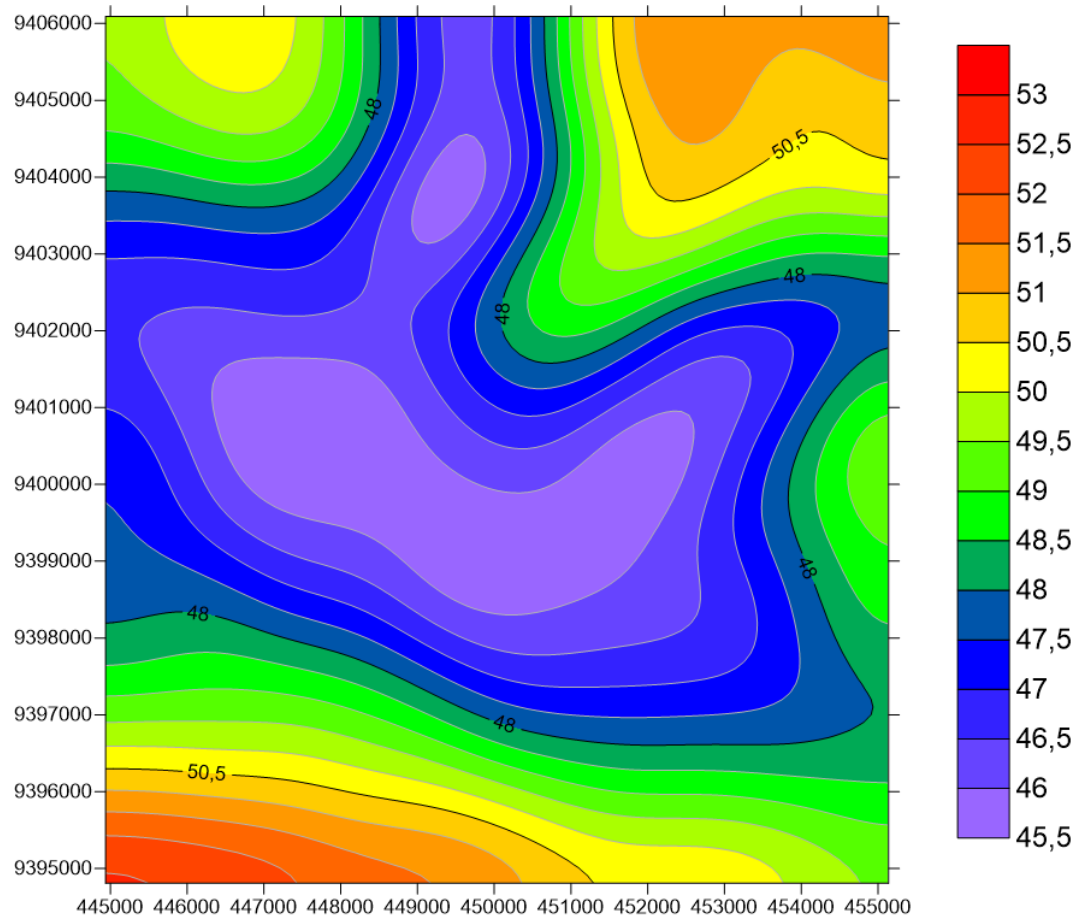
Berdasarkan hasil perhitungan analisis spektrum di area lapangan Tanggamus ini maka dapat kita simpulkan bahwa kedalaman rata-rata anomali regional (*basement*) berada pada kedalaman sekitar 7754.4 m. dan kedalaman anomali residualnya zona sekitar 644.145 m dari permukaan yang diasumsikan merupakan zona pelapukan (*weathering zone*). Lebar jendela filter yang dianggap paling baik untuk digunakan dalam memisahkan zona anomali regional-residual pada penelitian ini adalah $22.418 \approx 22$, yang dihitung berdasarkan nilai *cut-off* bilangan gelombang k dari hasil perpotongan antara *trend* anomali regional dengan *trend* anomali residualnya. Oleh karena spasi grid yang digunakan adalah 500 m, maka ukuran jendela filter untuk memisahkan antara anomali regional dan anomali residual adalah 22 X 22.

5.6 Anomali Residual dan Regional

Berdasarkan peta anomali gayabernya, pada penelitian ini kita dapati bahwa anomali gayabern regional ini akan berasosiasi dengan keberadaan sumber anomali yang kedalamannya relatif lebih dalam. Berdasarkan hasil analisa spektrum dari keempat lintasan tersebut menunjukkan bahwa kedalaman rata-rata sumber anomali yang sifatnya regional didaerah penelitian adalah berada pada kedalaman sekitar 7.75 km. Sedangkan anomali gayabern residual akan berasosiasi dengan sumber anomali yang memiliki kedalaman relatif lebih dangkal yaitu pada kedalaman rata-rata sekitar 644 meter.

Jenis filter yang digunakan pada pemisahan anomali regional dan residual ini adalah *moving average* dengan matrik ukuran 5 x 5. *Moving average* merupakan Perata-rataan bergerak dari data anomali gayabern. Metode ini digunakan dalam proses pemisahan anomali regional dan residual dengan filter frekuensi yang kemudian diubah menjadi lebar jendela. Disesuaikan dengan estimasi kedalaman regional-residual hasil analisa spektrum tersebut, maka pemisahan anomali regional-residual yang terkandung dalam anomali Bouguer ini didapatkan setelah kita melakukan proses filtering dengan menggunakan lebar jendela filter ukuran 17 x 17, nantinya lebar jendela 17 x 17 ini akan menggambarkan kondisi bawah permukaan pada kedalaman sekitar 7750 meter pada peta anomali regional dan kedalaman sekitar 644 meter hingga ke permukaan pada peta anomali residual.

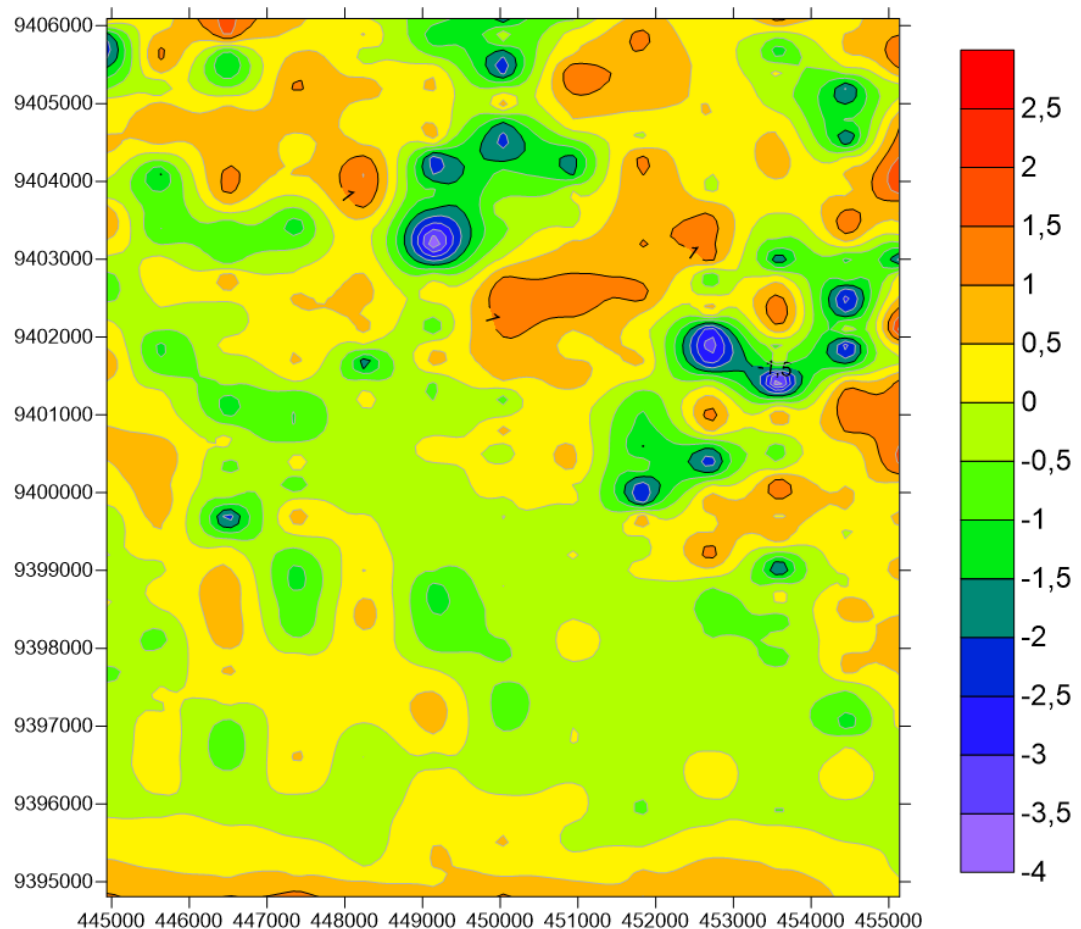
Peta anomali regional yang didapatkan dari hasil filtering ini ditunjukan pada Gambar 15. Sedangkan anomali residual didapatkan dari pengurangan nilai anomali Bouguer dengan anomali regionalnya, Peta anomali residual dapat dilihat pada Gambar 16 dibawah ini.



Gambar 15. Peta Anomali Regional

Anomali regional merupakan anomali gravitasi yang berhubungan dengan struktur regional kerak bumi. Anomali regional memiliki pola kontur yang lebih teratur. Hal tersebut disebabkan oleh efek batuan yang dalam seperti batuan dasar (*basement*) sehingga cenderung lebih homogen dibandingkan dengan batuan yang dangkal. Peta penyebaran anomali regional mempunyai respon anomali yang dalam. Gambar 15 merupakan peta anomali regional yang merupakan hasil dari filter *moving average* dengan jendela 22 x 22. Nilai anomali berkisar antara 45.5 mGal – 53 mGal. Dimana nilai anomali yang rendah berada di arah utara dan cenderung di tengah daerah penelitian yang memiliki nilai berkisar antara 45.5 mGal sampai 48 mGal, hal ini mengindikasikan adanya litologi batuan yang memiliki nilai porositas yang tinggi atau densitas rendah. Sedangkan nilai anomali yang tinggi berada di arah timur laut dan arah barat daya daerah penelitian yang memiliki nilai berkisar

antara 50 mGal sampai 63 mGal. Pada arah timur laut dan daerah penelitian diduga sebagai sumber panas (*heat source*) karena memiliki nilai anomali gayabarat dan topografi yang tinggi. Sedangkan reservoir panas bumi dapat diidentifikasi di bagian tengah daerah penelitian, hal ini dikarenakan memiliki nilai anomali gayabarat dan topografi yang rendah.



Gambar 16. Peta Anomali Residual

Anomali residual merupakan anomali yang berhubungan dengan struktur lokal atau dengan kata lain anomali residual merupakan anomali yang menggambarkan persebaran densitas batuan yang dangkal. Batuan yang terdapat pada kedalaman yang dangkal umumnya memiliki nilai anomali yang bervariasi hal tersebut disebabkan oleh batuan yang bervariasi pula. Peta penyebaran anomali residual mempunyai respon anomali yang dangkal, dimana anomali ini merupakan tampilan data hasil pengurangan data anomali bouguer terhadap anomali regional. Dari peta anomali residual yang

ditunjukkan pada Gambar 16 terlihat bahwa adanya anomali rendah yang ditunjukkan oleh skala warna biru yang memiliki nilai berkisar antara -4 mGal sampai -2 mGal. Sedangkan anomali tinggi yang ditunjukkan oleh skala warna kuning-merah memiliki nilai berkisar antara 0 mGal sampai 2.5 mGal. Anomali rendah yang terdapat pada peta di duga merupakan struktur yang disebabkan oleh penurunan, karena merupakan suatu anomali batuan yang lebih rendah diantara anomali batuan disekitarnya.

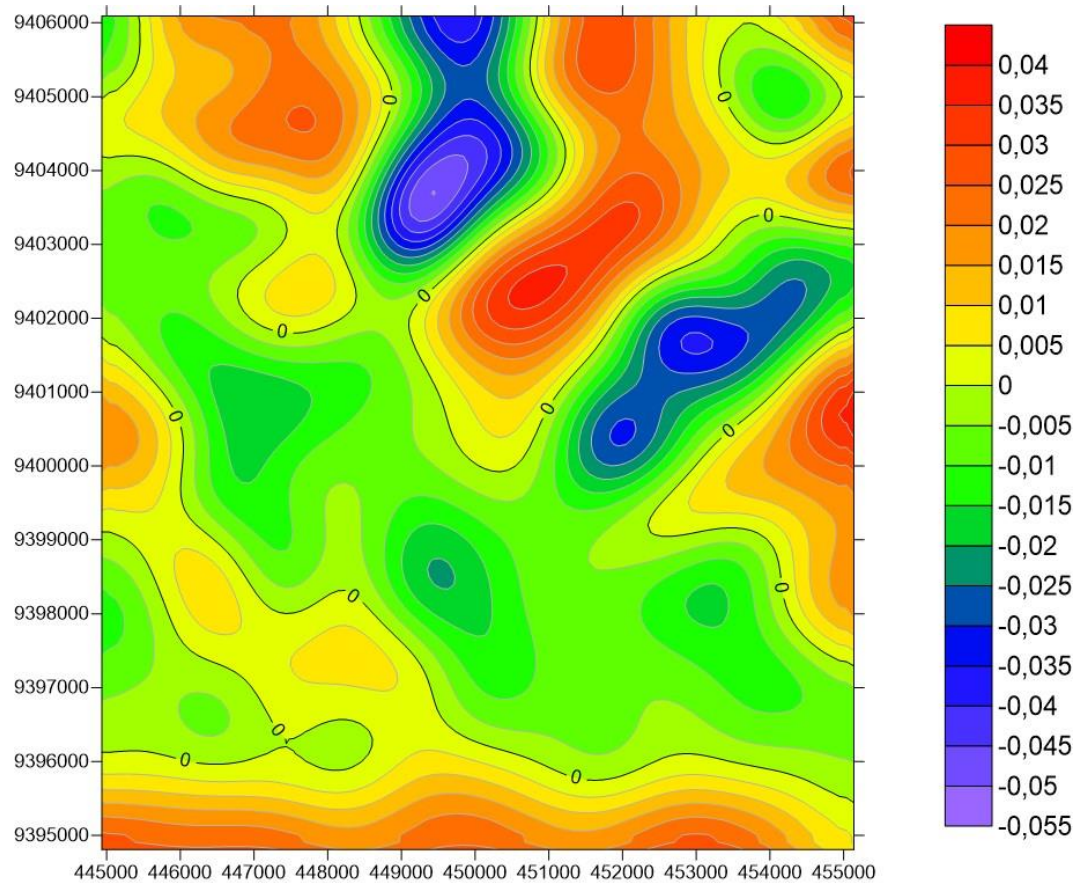
5.7 Analisis *Second Vertical Derivative* (SVD)

Second Vertical Derivative (SVD) atau turunan kedua secara vertikal digunakan untuk menentukan batas-batas struktur yang ada di daerah penelitian. Kontur anomali yang bernilai nol ditunjukkan dengan garis kontur warna hitam tebal, kontur nol yang diapit oleh nilai anomali tinggi dan rendah yang mengindikasikan adanya suatu struktur patahan di daerah tersebut.

Metode *second vertikal derivative* (SVD) digunakan untuk menentukan jenis sesar berdasarkan data respon gayaberat model sintetik. Nilai perhitungan SVD secara praktis bisa didapatkan dengan nilai negatif dari SHD. Hasil perhitungan SVD terlihat bahwa karakteristik sesar naik memiliki nilai mutlak SVD maksimum lebih kecil dari nilai mutlak SVD minimum, sedangkan karakteristik sesar turun berlaku sebaliknya. Adapun hasil analisis SVD ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Gambar 17 menunjukkan peta anomali Regional yang telah dilakukan filter *Second Vertical Derivatif* (SVD). Patahan pada peta kontur SVD anomali regional menunjukan patahan yang lebih dalam. Nilai SVD Regional memiliki kontras nilai sekitar -0,055 sampai 0,04 m. Hasil SVD memperlihatkan terdapat nilai minimum dan maksimum pada kurva SVD regional yang merupakan bidang kontak dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nilai nol sebagai batas karakteristik geologi yang merupakan letak dari struktur geologi tersebut. Berdasarkan peta SVD anomali regional, maka dapat diketahui Sebagian besar jenis patahan yang ada di daerah penelitian termasuk kedalam jenis patahan atau sesar normal. Hal ini dikarenakan berdasarkan hasil perhitungan SVD

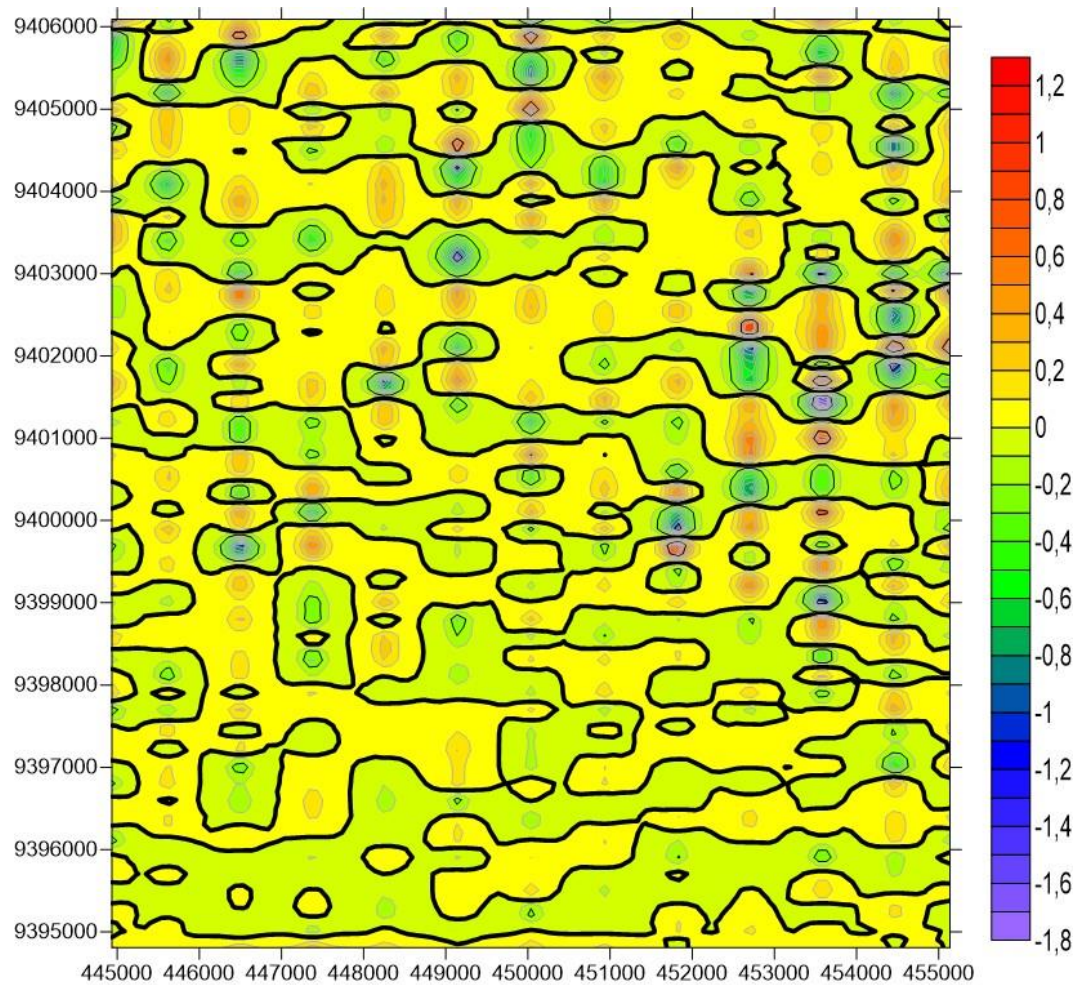
terlihat bahwa nilai mutlak SVD maksimum lebih besar dari nilai mutlak SVD minimum.



Gambar 17. Peta SVD anomali regional

Gambar 18 menunjukkan peta anomali Residual yang telah dilakukan filter *Second Vertical Derivatif* (SVD). Peta ini kontras nilai sekitar -0,055 sampai 0,04 mGal. Hasil SVD memperlihatkan terdapat nilai minimum dan maksimum pada kurva SVD residual yang merupakan bidang kontak dibatasi dengan nilai nol atau mendekati nilai nol sebagai batas karakteristik geologi yang merupakan letak dari struktur geologi tersebut. Patahan pada peta kontur SVD anomali residual menunjukkan patahan yang dangkal. Berdasarkan peta SVD anomali residual, maka dapat diketahui Sebagian besar jenis patahan yang ada di daerah penelitian termasuk kedalam jenis patahan atau sesar normal. Hal ini

dikarenakan berdasarkan hasil perhitungan SVD terlihat bahwa nilai mutlak SVD maksimum lebih besar dari nilai mutlak SVD minimum.



Gambar 18. Peta SVD anomali residual

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Daerah penelitian memiliki nilai topografi berkisar antara 9 – 900 meter. Daerah tertinggi berada di sekitar arah utara – timur laut daerah penelitian yang memiliki nilai topografi tertinggi yaitu sekitar 900 meter yang kemungkinan merupakan daerah vulkanik.
2. Daerah penelitian memiliki nilai variasi densitas permukaan berdasarkan perhitungan Metode Nettletons dan Parasnis sebesar 2.3 g/cm^3 .
3. Berdasarkan peta anomali gaya berat terlihat bahwa nilai anomali pada daerah penelitian berkisar antara 0.86 mgal – 83.2 mgal . Nilai anomali tinggi berada pada daerah penelitian bagian utara dengan nilai berkisar antara 60 mgal – 85 mgal . Sementara nilai anomali rendah berada pada daerah penelitian bagian selatan dengan nilai berkisar antara 0.8 mgal – 30 mgal .
4. Berdasarkan hasil perhitungan analisis spektrum dapat kita ketahui bahwa kedalaman rata-rata anomali regional (*basement*) berada pada kedalaman sekitar 7754.4 m dan kedalaman anomali residualnya zona sekitar 644.145 m dari permukaan.
5. Berdasarkan nilai anomali regional dan residual, maka dapat diketahui anomali gayaberat tinggi dominan berada di arah timur laut daerah penelitian yang diindikasikan sebagai *heatsource*. Dan untuk anomali

gayabarat rendah cenderung dibagian tengah daerah penelitian yang diduga sebagai reservoir panas bumi.

6. Berdasarkan analisis SVD, maka dapat diketahui Sebagian besar daerah penelitian dikontrol oleh struktur patahan atau sesar normal.

6.2 Saran

Untuk keperluan penelitian lebih lanjut diharapkan melakukan analisis tambahan pada estimasi posisi, kedalaman anomali dan keberadaan struktur panas bumi sehingga hasil yang diperoleh lebih meyakinkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad S, Djakamihardja, dkk. 2007. *Pemetaan Zonasi Kerentanan Terhadap Gerakan Tanah di Daerah Kabupaten Tanggamus, Propinsi Lampung*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geoteknologi LIPI.
- Akbar, F. S. 2022. *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Gayaberat Berdasarkan Analisis Derivative, Model 2D dan 3D Pada Daerah Panas Bumi Gunung Ungaran, Jawa Tengah*. Universitas Lampung
- Blakely, R.J. 1996. *Potensial Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cordell, L. 1979. *Gravimetric Expression of Graben Faulting in Santa Fe Country and Espanola Basin, New Mexico*. New Mexico Geological Society. 59-64.
- Hartati, A. 2012. *Identifikasi Struktur Patahan Berdasarkan Analisa Derivative Metode Gaya Berat di Pulau Sulawesi*. FMIPA UI Vol. 30.
- Longman, I.M. 1959. *Formulas For Computing the Tidal Accelerations Due to the Moon and the Sun*. Journal of Geophysical Research 64. 2351–2355
- Masdjuk dan Muchsim. 1989. *Geologi Daerah Panas Bumi Ulubelu, Lampung Selatan, Indonesia*. Laporan Internal tidak Diterbitkan. Divisi Panas Bumi, Pertamina.
- Wiradisastra. 2002. *Geomorfologi dan Analisis Landskap*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc. England
- Hartati, A. 2012. *Identifikasi Struktur Patahan Berdasarkan Analisa Derivative Metode Gaya Berat di Pulau Sulawesi*. FMIPA UI Vol. 30.
- Sarkowi, M. 2010. *Identifikasi struktur daerah panasbumi Ulubelu berdasarkan analisa data SVD anomali bouguer*. J. Sains MIPA, 16(2), 111- 118.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., and Sherrif, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. USA: Cambridge University.