

**IDENTIFIKASI SESAR SEMANGKO SEGMENT LAMPUNG
MENGUNAKAN DATA GRAVITY BERDASARKAN
ANALISIS FHD DAN SVD**

(Skripsi)

Oleh :

**Mufido Naufal Jaya
1655051004**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF THE LAMPUNG SEGMENT SEMANGKO FAULT USING GRAVITY DATA BASED ON FHD AND SVD ANALYSIS

By

MUFIDO NAUFAL JAYA

Gravity is one of the geophysical methods used in describing subsurface geological structures. Faults are structures resulting from tectonic activities where forces work on the surface. Structures can be seen from above the surface and there are geological structures that cannot be seen above the surface. In identifying a structure below the surface, geophysical methods can be used. This subsurface structure is derived from the Bouguer anomaly observed on the surface. By using Second Vertical Derivative (SVD) Horizontal Derivative analysis on gravity anomaly data is the change in the value of gravity anomaly from one point to another with a certain distance. Horizontal Derivative of gravity anomaly caused by a body tends to show the edge of the body. So the Horizontal Derivative method can be used to determine the location of the Horizontal density contact boundary from gravity data. Based on the spectral analysis, the estimated value of an average regional depth of 5,800 meters in the SVD analysis shows that the contour anomaly value of 0 is associated with the Semangko Fault which is trending northwest - southeast, where other anomaly values of 0 around the Semangko Fault are suspected to be local faults or minor faults caused by the main fault, namely the Semangko Fault. FHD and SVD analysis of the gravity anomaly can identify the presence of the Semangko fault. The existence of the Semangko fault causes a high level of seismicity in the area.

Keywords: Metode Gravity, *Second Vertical Derivative*, *First Horizontal Derivative*, Semangko Fault, Earthquake.

ABSTRAK

IDENTIFIKASI SESAR SEMANGKO SEGMENT LAMPUNG MENGUNAKAN DATA GRAVITY BERDASARKAN ANALISIS FHD DAN SVD

Oleh

MUFIDO NAUFAL JAYA

Gayaberat merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam penggambaran struktur geologi bawah permukaan. Sesar merupakan struktur yang dihasilkan dari kegiatan tektonik dimana gaya-gaya yang bekerja di dalam permukaan, Struktur dapat terlihat dari atas permukaan dan ada struktur geologi yang tidak dapat terlihat di atas permukaan. Dalam mengidentifikasi suatu struktur di bawah permukaan dapat menggunakan metode geofisika. Struktur bawah permukaan ini diturunkan dari anomali Bouguer yang diamati di permukaan. Dengan menggunakan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD) *Horizontal Derivative* pada data anomali gayaberat adalah perubahan nilai anomali gayaberat dari satu titik ke titik lainnya dengan jarak tertentu. *Horizontal Derivative* dari anomali gayaberat yang disebabkan oleh suatu body cenderung untuk menunjukkan tepian dari body-nya tersebut. Jadi metode *Horizontal Derivative* dapat digunakan untuk menentukan lokasi batas kontak densitas Horizontal dari data gayaberat. Berdasarkan analisis spektrum didapatkan nilai estimasi dari kedalaman regional rata-rata 5.800 meter pada analisis SVD terlihat bahwa kontur nilai anomali yang bernilai 0 berasosiasi dengan Sesar Semangko yang berarah barat laut - tenggara, dimana anomali bernilai 0 lainnya yang berada di sekitar Sesar Semangko diduga sesar lokal atau sesar minor yang diakibatkan oleh sesar utama yaitu Sesar Semangko. Analisis FHD dan SVD anomali gravitasi dapat mengidentifikasi keberadaan sesar Semangko. Keberadaan sesar Semangko ini menyebabkan tingkat seismisitas yang tinggi di daerah tersebut.

Kata kunci: Metode Gravity, *Second Vertical Derivative*, *First Horizontal Derivative*, Sesar Semangko, Gempabumi.

**IDENTIFIKASI SESAR SEMANGKO SEGMENT LAMPUNG
MENGUNAKAN DATA GRAVITY BERDASARKAN
ANALISIS FHD DAN SVD**

Oleh

Mufido Naufal Jaya

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI SESAR SEMANGKO SEGMENT LAMPUNG MENGGUNAKAN DATA GRAVITY BERDASARKAN ANALISIS FHD DAN SVD**

Nama Mahasiswa : **Mufido Naufal Jaya**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1655051004

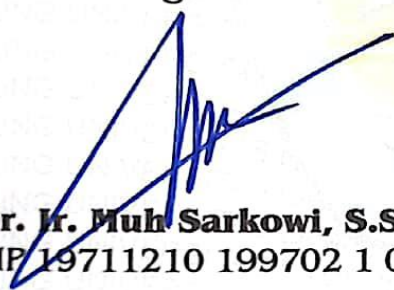
Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



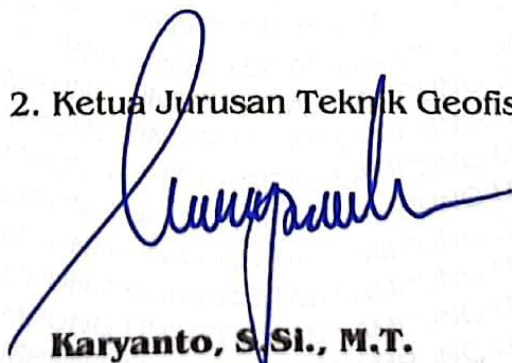
Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si., M.Si., IPU.
NIP 19711210 199702 1 001

Pembimbing II



Ir. Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.
NIP 19700120 200003 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika



Karyanto, S.Si., M.T.
NIP 19691230 199802 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Ir. Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**



Anggota : **Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Juni 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mufido Naufal Jaya

NPM : 1655051004

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah plagiat karya lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudia hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 20 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Mufido Naufal Jaya

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 13 Desember 1997 dan merupakan anak tengah dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Muzarin dan Ibu Pujaan. Penulis menempuh pendidikan formalnya dari Taman Kanak-kanan (TK) Al-Azhar 2 Bandar Lampung, yang diselesaikan pada tahun 2004, pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Rawa Laut Bandar Lampung pada tahun 2010, pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 22 Bandar Lampung pada tahun 2013, pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Al-Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2016.

Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di kampus. Pada tahun 2017 hingga 2019 penulis tercatat sebagai anggota aktif pada Bidang Sains dan Teknologi Himpunan Mahasiswa (HIMA) Teknik Geofisika Bhuwana Universitas Lampung. Pada tahun 2018 penulis tercatat sebagai Kepala Bidang Sains Dan Teknologi Himpunan Mahasiswa (HIMA) Teknik Geofisika Bhuwana Universitas Lampung dan Tahun 2019 penulis bergabung sebagai anggota Divisi Education and Creativity (ENC) American Association of Petroleum Geologists Universitas Lampung (AAPG).

Pada bulan Juli hingga Agustus tahun 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) sebagai Koor Kecamatan di Kecamatan Air Nanningan dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margomulyo Kecamatan Air Nanningan, Kabupaten Tanggamus.

Dalam mengaplikasikan ilmu di bidang Geofisika, penulis telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) pada Februari 2019 di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG) Yogyakarta dengan tema **“Analisis Energi Gempa Guguran (RF) Pada Aktivitas Gunung Merapi Bulan Agustus - Oktober 2018”**. Lalu pada Bulan September 2022 hingga Mei 2023, Penulis melakukan Penelitian Tugas Akhir di Laboratorium PPDG Universitas Lampung. Hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada **Juli 2023** dengan skripsi yang berjudul **“IDENTIFIKASI SESAR SEMANGKO SEGMENT LAMPUNG MENGGUNAKAN DATA GRAVITY BERDASARKAN ANALISI FHD DAN SVD”**.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan berkat rahmat *Allah SWT*. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta,

Muzarin Daud dan Pujaan

Terima kasih atas doa, kasih sayang dan segala bentuk dukungan yang telah diberikan dengan sangat tulus kepada saya. Berkat pengorbanan dan jasa kalian lah yang menghantarkan saya ke titik ini. Semoga kelak saya dapat membahagiakan dan membanggakan keluarga.

Kakak dan Adik tersayang,

Muhammad Ariansyah Jaya & Nabila Cyntia Jaya

Terima kasih atas do'a dan dukungan yang telah adik berikan. Terima kasih sudah menjadi panutan dan pelepas penat yang baik untuk penulis. Semoga kelak kita dapat membawa kebahagiaan dan kebanggaan pada orang tua dan keluarga.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2016

Terimakasih atas do'a dan dukungan kalian selama ini. Terimakasih juga sudah menyambut, menerima, dan menjadi keluarga yang baik untuk saya di tanah rantau ini. Terimakasih untuk semua pengalaman dan pelajaran hidup, serta suka dan duka yang telah kita lalui bersama. Sukses selalu untuk kita semua.

Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung

Terimakasih atas pengalaman dan bantuannya selama saya menempuh kuliah disini. Semoga abang-abang dan adik-adik sukses selalu dan menjadi pribadi yang terus membantu sesama seperti apa yang telah kalian berikan kepada penulis.

MOTTO

"Berilah kemudahan dan jangan mempersulit, Berilah kabar gembira dan jangan membuat mereka lari."

(HR Bukhari dan Muslim)

"Don't Look Back in Anger"

***"Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar
keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa
berusaha."***

(Prof. Dr.-Ing. Ir. H. Bacharuddin Jusuf Habibie)

***"Belajarlah mengucap syukur dari hal-hal baik di
hidupmu. Belajarlah menjadi kuat dari hal-hal buruk
dihidupmu."***

(Prof. Dr.-Ing. Ir. H. Bacharuddin Jusuf Habibie)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa shalawat serta salam saya ucapkan kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam. Sehingga skripsi yang berjudul **“Identifikasi Sesar Semangko Segmen Lampung Menggunakan Data Gravity Berdasarkan Analisis FHD dan SVD”** dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan untuk dapat menyelesaikan studi sebagai Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Dengan adanya penelitian ini penulis bisa memahami fenomena-fenomena nyata yang terjadi di alam serta dapat mengaplikasikan teori yang sudah diperoleh selama kuliah pada kegiatan eksplorasi yang sebenarnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan ke depannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 Juni 2023

Penulis



Mufido Naufal Jaya

SANWACANA

Selama menjalani tugas akhir dan penulisan skripsi ini tentu saja tidak terlepas dari banyak pihak yang sangat membantu, bukan saja dari segi keilmuan, dan dukungan tetapi juga dari segi kehidupan yang tidak mungkin penulis dapatkan hanya di bangku kuliah saja. Oleh karena itu, penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Allah SWT.** yang telah melimpahkan rahmat, dan karunia-Nya lah penulis masih dapat bernafas dan mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. **Bapak Muzarin Daud** dan **Ibu Pujaan** tercinta, terimakasih telah menjadi orang tua yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan segala pengorbanan yang telah dilakukan untuk penulis.
3. **Mufido Naufal Jaya** yang telah berhasil bertahan dengan segala hal yang terjadi, dan tetap berusaha dalam menjalani kehidupannya sebagai mahasiswa.
4. Kakak Tercinta **Muhammad Ariansyah Jaya** serta Adik tercinta **Nabila Cyntia Jaya** yang sudah memberikan doa dan semangatnya untuk penulis.
5. **Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** sebagai Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. **Bapak Dr. Muhammad Irsyad, M.T, Ibu Vera Agustriana Noorhidana, M.T, Ph.D, Bapak Dr.Eng. Ageng Sadnowo R., M.T** selaku Wakil Dekan 1, Wakil Dekan 2, Wakil Dekan 3 Fakultas Teknik Unila.
7. **Bapak Karyanto, S.Si., M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
8. **Bapak Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU** selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir penulis, yang telah menyempatkan waktunya untuk memberikan ilmu, motivasi, dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

9. **Bapak Ir. Bagus Sapto Mulyatno., S.Si., M.T.** selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir penulis, yang telah menyempatkan waktunya untuk memberikan ilmu, motivasi, dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. **Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.** selaku Dosen Penguji Tugas Akhir penulis yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan untuk penulis.
11. **Bapak Prof. Dr. Ir. Suharno M.Sc., Ph.D, IPU Asean Eng** selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
12. **Seluruh Bapak Ibu Dosen dan Staff Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung** yang penulis hormati, yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama ini.
13. **Arnas Hardianto, Muhammad Farhan Yassar, Fachrul Aditama, Nadya Nur Ningtyas, Puteri Indriyanni AF, Yola Rosiana** selaku mentor dan teman berdiskusi yang telah menyampaikan ilmu dan arahan yang baik dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.
14. **Kost Dzaki, Kost Hijau, Kost PZZ, Kontung Lama, Kontung Baru, Kocil, dan GH** terimakasih telah menjadi tempat persinggahan dan peristirahatan yang nyaman untuk penulis selama ini. Terimakasih juga untuk para penghuni telah menjadi unsur cerita dalam kehidupan penulis.
15. **Alvin, Ahfas, Detry, Fikri, Haqqie, Lintang, dan Yola** selaku Tim SARJANA TEKNIK yang telah saling menyemangati dan mengingatkan satu sama lain tentang tujuan kita menjadi mahasiswa.
16. **HIMA TG BHUWANA** selaku tempat yang membentuk penulis menjadi pribadi yang seperti sekarang.
17. Terima Kasih Untuk **Anggota Bidang Sains dan Teknologi Periode 2018/2019** telah membantu saya mengemban Amanah sebagai Kepala Bidang tanpa kalian saya tidak bisa melaksanakan Program kerja dengan Maksimal.
18. **Kakak - kakak dan adik – adik tingkat Teknik Geofisika**, khususnya **Tim PPDG, Bapak Dr. Alimudin Muchtar., M.Si, Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng., M.Si.**, selaku mentor penulis dan cambuk agar penulis segera menyelesaikan tugas akhir. **Ikram, Nanda, Taufik, Joy, Andiko, Arnas, Nurul, Naira, Sebrina, Rafika, Ais Eet, Tectona, Julpan, Herlian, Fachri**

Cuyung dan semua adik adik ku yang sangat membantu dalam penelitian tugas akhir ini, Terimakasih atas bantuannya meskipun kalian suka rungkad di mpok.

19. Terima Kasih juga kepada **TIM SESAR SEMANGKO Alvin, Puteri, Taufik, Nanda, Tektona, Andiko** Terima Kasih telah membantu saya menelusuri daerah penelitian walaupun hanya mengambil foto hanya beberapa saja dan sisanya kuliner seharian.
20. Keluarga besar Teknik Geofisika 2016, **Detry, Fikri, Suci A, Mirza, Eca, Yovan, Tri Wahyu, Yuzir, Igo, Yola, Alia, Fidel, Puja, Dini, Fitria, Arel, Ikhsan, Fristi, Fachrul, Zahra, Ditha, Umam, Buyung, Eko, Etri, Ripang, David, Ribka, Jaka, Arya, Ramos, Desima, Ahfas, Gege, Haqqie, Sarah, Machrani, Alvin, Adli, Suci K, Puteri, Lintang, Pupu, Tiara Kintani, Clara, Iis, Bani, Nadya, Kristin, Arief, Afifah, Tiara Nandya.** yang selalu memberikan dukungan serta semangat. Berkat dukungan dan bantuan kalian skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
21. **Staff Dekanat Teknik Mbak Indra, Mbak Tika, Ibu Ima, Alm. Mang Udin, Mas Dito** yang telah membantu penulis dari sebelum menulis tugas akhir sampai selesai masa studi

Serta semua pihak satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai. Semoga Allah membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat bermanfaat dalam dunia ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Semoga Allah SWT mencatat dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 20 Juni 2023

Penulis



Mufido Naufal Jaya

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Daerah Penelitian.....	4
2.2. Daerah Penelitian.....	5
2.3. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	6
2.4. Fisiografi 8	
2.5. Sesar Semangko.....	9
III. TEORI DASAR	10
3.1. Konsep Dasar Metode Gayaberat.....	10
3.1.1. Gaya Gravitasi (Hukum Newton I).....	10
3.1.2. Percepatan Gravitasi (Hukum Newton II).....	11
3.1.3. Potensi Gravitasi.....	12
3.1.4. Rapat Massa Batuan.....	13
3.2. Anomali Bouguer.....	14
3.3. Analisis Spektral.....	14
3.4. Filter Moving Average.....	18
3.5. Metode <i>Second Vertical Derivative</i>	20
3.5.1. SVD Tipe Henderson & Zietz (1949).....	21

3.5.2.	SVD Tipe Elkins (1951)	21
3.5.3.	SVD Tipe Rosebach (1953).....	21
3.6.	Metode <i>First Horizontal Derivative</i>	23
3.7.	Sesar.....	24
3.8.	Gempabumi	25
3.9	Kedalaman dan Kekuatan Gempabumi	27
IV.	METODE PENELITIAN	29
4.1.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	29
4.2.	Alat dan Bahan Penelitian	29
4.3.	Jadwal Kegiatan.....	30
4.4.	Diagram Alir.....	31
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
5.1	Elevasi....	32
5.2	Simple Bouguer Anomaly (SBA).....	33
5.3	Analisis Spektrum.....	34
5.3.1	Anomali Regional.....	40
5.3.2	Anomali Residual	41
5.4	Analisis Derivative	43
5.4.1.	First Horizontal Derivative (FHD)	43
5.4.2.	Second Vertical Derivative (SVD).....	44
5.5	Identifikasi Patahan	45
5.6	Persebaran Gempabumi di Daerah Penelitian	46
5.7	Persebaran Gempabumi di Sekitar Sesar Semangko	48
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
6.1.	Kesimpulan.....	50
6.2.	Saran.....	50
	DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta administrasi lokasi penelitian	4
Gambar 2. Peta geologi regional daerah penelitian	5
Gambar 3. Satuan morfologi lembar Kotaagung (Amin dkk, 1994).....	9
Gambar 4. Peta Jalur Patahan Sumatera (Yulianti, 2010).....	9
Gambar 5. Gaya tarik menarik antara dua benda.....	10
Gambar 6. Kurva $\ln A$ terhadap k (Blakely, 1996).....	18
Gambar 7. Kurva respon anomali SVD pada struktur geologi (Reynolds, 1997). 23	
Gambar 8. Sesar turun (<i>normal fault</i>) (Bormann, 2002).....	24
Gambar 9. Sesar naik (<i>reverse fault</i>) (Bormann, 2002).....	25
Gambar 10. Sesar Mendatar (<i>lateral slip fault</i> dan <i>right-aiteral fault</i>) (Bormann, 2002)	25
Gambar 11. Pergeseran di Kerak Bumi Memancarkan Radiasi Gelombang Gempabumi hingga Menimbulkan Goncangan (BMKG, 2012).....	27
Gambar 12. Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 13. Peta elevasi.....	32
Gambar 14. Peta <i>Simple Bouguer Anomaly (SBA)</i>	34
Gambar 15. Digitasi Analisis Spektrum.....	35
Gambar 16. Grafik $\ln A$ vs k pada lintasan 1.....	36

Gambar 17. Grafik LnA vs k pada lintasan 2.....	37
Gambar 18. Grafik LnA vs k pada lintasan 3.....	38
Gambar 19. Grafik LnA vs k pada lintasan 4.....	39
Gambar 20. Peta Anomali Regional.....	41
Gambar 21. Peta Anomali Residual	42
Gambar 22. Peta <i>First Horizontal Derivative (FHD)</i>	44
Gambar 23. Peta <i>Second Vertical Derivative (SVD)</i>	45
Gambar 24. Kurva Analisis Derivative Lintasan 1 Sesar Semangko.....	46
Gambar 25. Peta Distribusi Gempabumi Wilayah Penelitian	47
Gambar 26. Peta Event Gempabumi dan Sesar Semangko Daerah Penelitian	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai densitas batuan (Telford,dkk.,1990)	13
Tabel 2. Operator Filter SVD Tipe Henderson & Zietz (1949)	21
Tabel 3. Operator Filter SVD Tipe Elkins (1951).....	21
Tabel 4. Operator Filter SVD Tipe Rosenbach (1953)	22
Tabel 5. Kategori gempa berdasarkan kekuatan gempa (magnitudo).....	28
Tabel 6. Jadwal kegiatan	30
Tabel 7. Analisis Spektrum Penentuan Lebar Jendela Pada Setiap Lintasan	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gayaberat merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam penggambaran struktur geologi bawah permukaan. Metode ini menggunakan prinsip variasi medan gravitasi bumi akibat perbedaan densitas secara lateral. Signifikan, sehingga metode gayaberat sangat membantu dalam mengerjakan penelitian mengenai ketebalan sedimen, batas batuan dasar (*basement*), sumber energi, air tanah, dan rekayasa sipil. Salah satu penerapan metode gayaberat dilakukan untuk memetakan struktur geologi berupa sesar. Dimana dalam metode ini digunakan untuk memperkirakan letak dan jenis sesar (Sarkowi, 2008).

Pulau Sumatera memiliki tatanan tektonik yang unik. Di sebelah barat pulau Sumatera membentang zona subduksi yang sejajar dengan garis pantai Sumatera. Sementara di darat membentang sesar Sumatera yang membelah Pulau Sumatera menjadi dua dari Teluk Andaman di ujung utara sampai Teluk Semangko di ujung selatan yang sejajar dengan kelurusan zona subduksi.

Sesar Sumatera yang membelah Pulau Sumatera sangat tersegmentasi. Segmen-segmen sesar sepanjang 1900 km tersebut merupakan upaya mengadopsi tekanan miring antara Lempeng Eurasia dan Indo-Australia dengan

arah tumbukan 10°N - 7°S . Sedikitnya terdapat 19 segmen dengan panjang masing-masing segmen berkisar 60-200 km (Ibrahim dan Gunawan, 2010).

Sesar merupakan struktur yang dihasilkan dari kegiatan tektonik dimana gaya-gaya yang bekerja di dalam permukaan. Struktur dapat terlihat dari atas permukaan dan ada struktur geologi yang tidak dapat terlihat di atas permukaan. Dalam hal ini ada beberapa metode yang dikembangkan untuk mengetahui keberadaan struktur tersebut yaitu metode penginderaan jauh dan metode geofisika.

Dalam mengidentifikasi suatu struktur di bawah permukaan dapat menggunakan metode geofisika. Salah satu metode yang digunakan untuk memperlihatkan gejala-gejala bawah permukaan yaitu metode gayaberat yang banyak digunakan dalam kegiatan eksplorasi untuk mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan melalui perbedaan rapat massa antar batuan yang berada disekitarnya yang didasarkan pada pengukuran variasi medan gravitasi bumi. Struktur bawah permukaan ini diturunkan dari anomali *bouguer* yang diamati di permukaan. Dengan menggunakan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD) dapat mengetahui kecendrungan struktur secara lateral dari anomali residual (Klinge dkk., 1991). Penentuan patahan SVD ini terindikasi dari kontras anomali positif dan negatif yang saling berhimpit dimana anomali ini dapat dilihat dari pola warna yang berbeda sangat signifikan perbedaannya disuatu penampang anomali gayaberat (Zaenudin dkk., 2020).

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kedalaman anomali regional dan residual dengan menggunakan analisis spektrum.
2. Menganalisis struktur patahan menggunakan metode *First Horizontal Derrivative (FHD)* dan *Second Vertical Derrivative (SVD)*.
3. Mengkorelasi struktur patahan hasil data gravity dengan peta geologi.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mempertajam analisis dalam penelitian ini maka ruang lingkup dibatasi pada beberapa hal adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data dari satelit.
2. Dalam menentukan dan analisis struktur menggunakan data SVD dan FHD

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi struktur patahan semangko yang ada berdasarkan data Gravity di daerah Lampung
2. Menjadi bahan kajian dari acuan bagi penelitian struktur patahan semangko di Lampung

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Penelitian

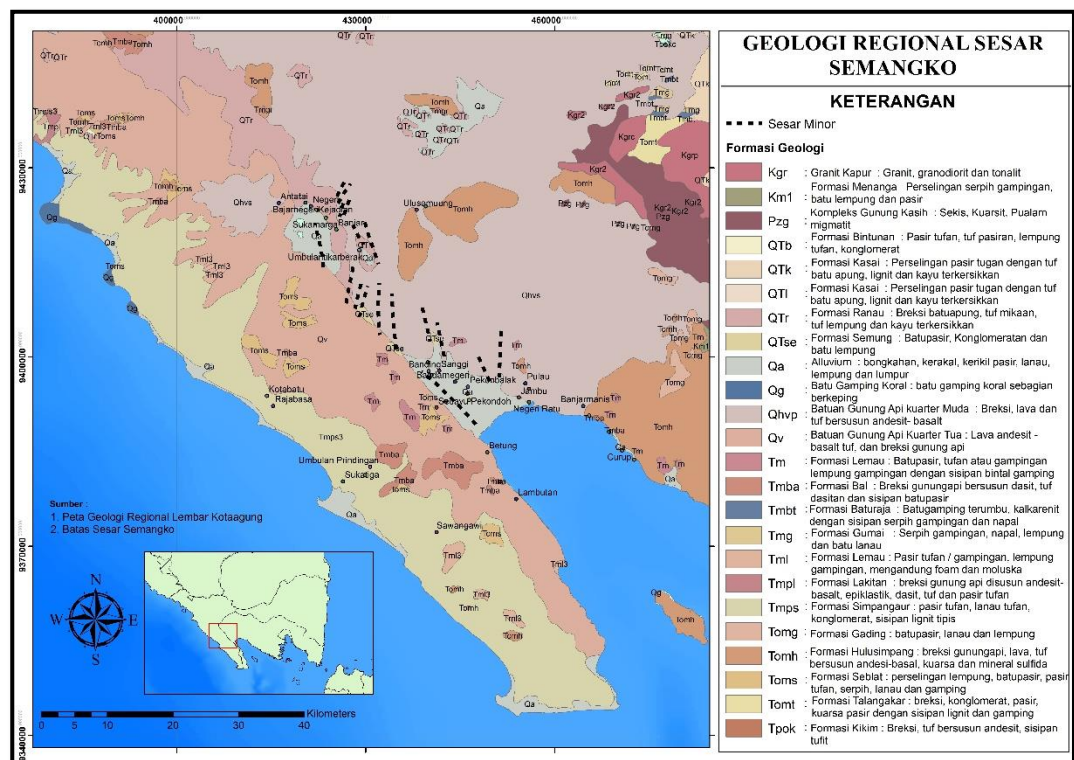
Daerah penelitian mencakup secara geografis Kabupaten Tanggamus terletak pada posisi $104^{\circ}18'$ - $105^{\circ}12'$ Bujur Timur dan $5^{\circ}05'$ - $5^{\circ}56'$ Lintang Selatan. Satu dari dua Teluk besar yang ada di Provinsi Lampung terdapat di Kabupaten Tanggamus yaitu Teluk Semaka dengan panjang daerah pantai 200 km dan sebagai tempat bermuaranya dua sungai besar, yaitu Way Sekampung dan Way Semaka.



Gambar 1. Peta administrasi lokasi penelitian

2.2. Daerah Penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Kotaagung yang terletak di ujung selatan Sumatera, yang mana bagian selatan dibatasi oleh Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Tanggamus. Peta dasar berskala 1:250.000 lembar ini, disusun berdasarkan peta “*US Army Map Service*” (Amin dkk., 1994).



Gambar 2. Peta geologi regional daerah penelitian

Pada **Gambar 2** tersebut memiliki kondisi topografi wilayah KotaAgung dan sekitarnya terdiri dari dataran hingga perbukitan dengan perbedaan tinggi antara lembah dan bukit berkisar 20 – 150 m. 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. Berdasarkan

peta geologi lembar Kotaagung menunjukkan bahwa daerah penelitian disusun oleh satuan batuan dari tua ke muda yaitu: Satuan breksi vulkanik, lava dan tufa dari Formasi

Hulusimpang (Tomh) dengan pelamparannya meliputi sisi timur Bukit Barisan dan perbukitan di sebelah timur Kotaagung. Kemudian satuan batupasir tufaan, konglomerat, batulanau dari Formasi simpangaur (Tmps), di atasnya satuan endapan vulkanik muda (Qhv) yang didominasi breksi, lava dan tufa hasil letusan gunungapi Tanggamus dan gunungapi lainnya di sekitar kawasan ini. Batuan gunungapi kuartar tua (Qv) berupa breksi gunungapi yang kurang mampat, tufa, lava dan aglomerat menindih tak selaras satuan batuan yang lebih tua. **Gambar 2** memperlihatkan peta sebaran batuan di daerah Tanggamus.

2.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Sumatera terbagi menjadi tiga elemen tektonik mayor yaitu *fore arc region*, Barisan *Zone*, dan *back arc region*. Pada busur vulkanik dari Sumatera atau dikenal sebagai zona barisan. Zona barisan merupakan busur vulkanik aktif yang tersusun dari basement sedimen paleozoikum dan mesozoikum, batuan vulkanik, variasi metamorf dan intrusi granit. Pembentukan zona ini juga tidak lepas dari akibat adanya sistem Sesar Sumatera atau Sesar Semangko (*dextral strike slip fault*) yang melintang sepanjang pulau dan melewati pusat Bukit Barisan dari NW-SE. Kemudian dari aspek stratigrafi, batuan penyusun ada dua Formasi yang masing-masing berumur tersier, yaitu Formasi Gading dan Formasi Hulusimpang. Formasi Gading mempunyai beberapa litologi yaitu batupasir, batulanau, dan batulempung dengan sisipan batugamping dan lignit.

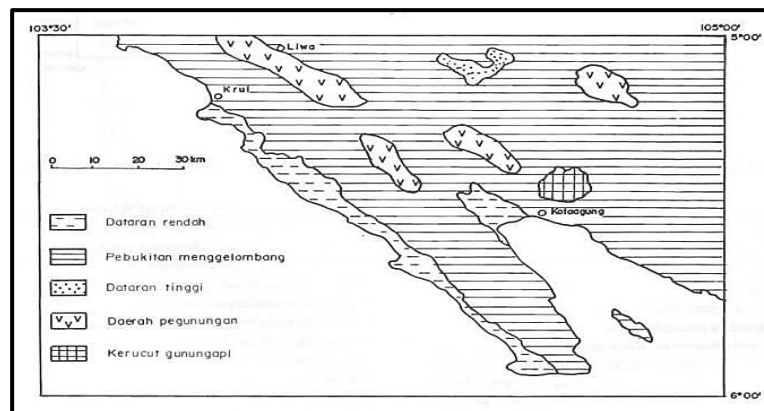
Formasi Gading merupakan endapan hasil dari intramontana basin atau cekungan antar gunung. Berdasarkan Zwierzycki (1932) di dalam Amin, et al (1993) Formasi Gading berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan laut dangkal sampai transisi bersamaan dengan Formasi hulusingpang. Sedangkan Formasi hulusingpang adalah Formasi yang memiliki litologi breksi gunungapi, lava, tuf bersusunan andesitik-basal, terubah, berurat kuarsa, dan bermineral sulfida. Selanjutnya dari struktur geologi, daerah penelitian didominasi oleh struktur dengan arah gaya relatif N – S dan memiliki sudut N 60 E. Hal ini dikategorikan termasuk sebagai fase pembentukan struktur ketiga, yang merupakan fase kompresional pada saat Miosen Tengah – Resen (Pulunggono, 1992).

Stratigrafi sejarah geologi daerah Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung Barat dimulai pada jaman Tersier dan tersusun atas endapan permukaan, batuan sedimen, batuan gunungapi dan batuan terobosan. Susunan batuan dari yang muda ke tua di Kabupaten Lampung Barat adalah Aluvium, Satuan Batugamping, Batuan Gunungapi Kuartar, Formasi Bintunan, Formasi Ranau, Formasi Simpangaur, Formasi Lakitan, Formasi 1 Lemau, Formasi Bal, Batuan Terobosan, Formasi Seblat dan Formasi Hulusingpang. Kabupaten Tanggamus tersusun atas Aluvium, Satuan Batugamping, Batuan Gunungapi Kuartar, Formasi Kasai, Formasi Lampung, Formasi Ranau, Formasi Semung, Formasi Simpangaur, Formasi Katur, Formasi Bal, Formasi Lemau, Formasi Talangakar, Formasi Gading, Dasit Piabung, Formasi Hulusingpang, Batuan Terobosan, Formasi Seblat, Formasi Tarahan, Granit Kapur, Diorit Sekampung Terdaunkan, Formasi Menanga,

Komplek Gunung Kasih tak terpisahkan. Keadaan morfologi daerah Kabupaten Tanggamus terdiri dari dataran rendah, perbukitan, menggelombang, daerah pegunungan dan kerucut gunungapi (Amin dkk., 1993).

2.4. Fisiografi

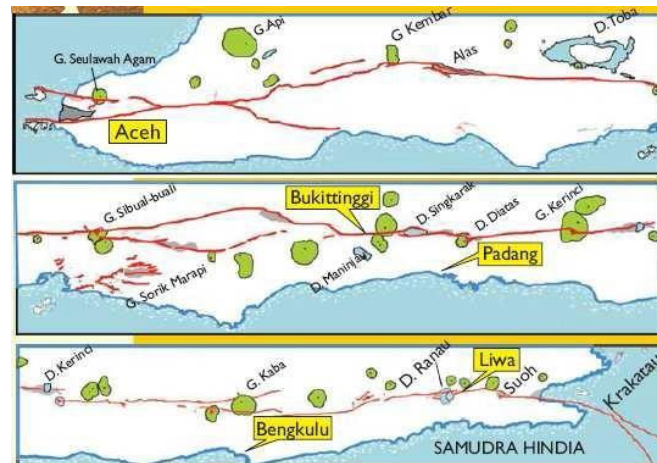
Daerah penelitian termasuk pada Lembar Kotaagung dimana lembar ini dapat dibagi menjadi lima satuan morfologi yang mencerminkan keadaan geologinya. Dataran rendah sepanjang tepian bagian barat, pegunungan dan perbukitan dibagian barat, tengah dan bagian timur laut, perbukitan bergelombang menempati sebagian besar daerah ini, dataran tinggi dan kerucut gunungapi (**Gambar 3**). Daerah perbukitan bergelombang menempati 70% lembar, terdiri dari sedimen tersier, gunungapi kuarter, batuan terobosan dan sedikit batuan malihan dengan ketinggian beberapa puluh sampai 750m diatas muka laut. Pada daerah penelitian banyak memiliki daerah perbukitan dan dataran rendah, sehingga di daerah tersebut berpotensi memiliki akuifer yang bagus.



Gambar 3. Satuan morfologi lembar Kotaagung (Amin dkk, 1994)

2.5. Sesar Semangko

Kondisi geologi Pulau Sumatera yang berada pada tepi selatan lempengan Benua Eropa-Asia (Eurasia), berbenturan dengan lempeng Benua Indo-Australia. Kedua lempengan benua ini telah saling menekan di dasar laut, dalam proses puluhan sampai ratusan tahun tanpa bisa dirasakan manusia. Proses saling tekan kedua lempeng benua ini, akhirnya menyebabkan patahan yang memanjang didasar laut, sehingga disebut Sesar Semangko.



Gambar 4. Peta Jalur Patahan Sumatera (Yulianti, 2010)

III. TEORI DASAR

3.1. Konsep Dasar Metode Gayaberat

3.1.1. Gaya Gravitasi (Hukum Newton I)

Prinsip dasar teori gravitasi adalah Hukum Newton yang menjelaskan tentang gaya tarik menarik antara dua massa m_1 dan m_2 yang terpisah sejauh r , dapat diformulakan sebagai berikut (Serway, 2009):

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

dimana :

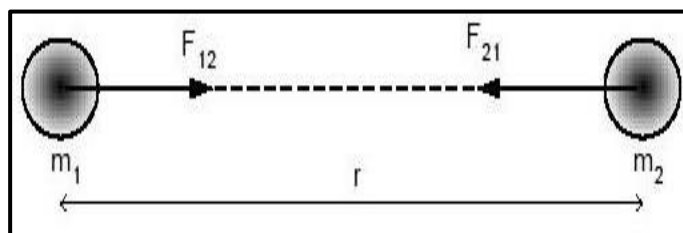
$F(r)$ = Gaya tarik menarik (N)

m_1, m_2 = Massa benda 1 dan massa benda 2 (kg)

r = Jarak antara dua buah benda (m)

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

Adapun ilustrasi gaya tarik-menarik antara dua benda dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Gaya tarik menarik antara dua benda

3.1.2. Percepatan Gravitasi (Hukum Newton II)

Newton juga mendefinisikan hubungan antara gaya dan percepatan. Hukum II Newton tentang gerak menyatakan gaya sebanding dengan perkalian massa benda dengan percepatan yang dialami benda tersebut.

$$F = m \times g \quad (2)$$

dimana :

F = gaya (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s)

Percepatan sebuah benda bermassa m_2 yang disebabkan oleh tarikan benda bermassa M_1 pada jarak R secara sederhana dapat dinyatakan dengan

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

Bila ditetapkan pada percepatan gaya tarik bumi persamaan di atas menjadi :

$$g = \frac{F}{m} = G \frac{M.m}{m \times r^2} = G \frac{M}{r^2} \quad (4)$$

dimana :

g = Percepatan gaya tarik bumi (m/s)

M = Massa bumi (kg)

m = Massa benda (kg)

F = Gayaberat (N)

r = Jari-Jari bumi (m)

Pengukuran percepatan gravitasi pertama kali dilakukan oleh Galileo,

sehingga untuk menghormati Galileo, kemudian didefinisikan:

$$1 \text{ Gall} = 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2 \text{ (dalam c.g.s)} \quad (5)$$

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

$$1 \text{ mGall} = 10^{-3} \text{ Gall}$$

$$1 \mu\text{Gall} = 10^{-3} \text{ mGall} = 10^{-6} \text{ Gall} = 10^{-8} \text{ m/s}^2$$

$$1 \text{ mGall} = 10 \text{ g.u.} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

Dalam satuan m.k.s, gravitasi diukur dalam g.u.(*gravity unit*) atau $\mu\text{m/s}^2$ (Octonovrilna, 2009).

3.1.3. Potensi Gravitasi

Potensial pada suatu titik, pada medan gravitasi dinyatakan sebagai usaha yang diperlukan untuk memindahkan satu massa (*m*) dari jauh tak berhingga ke titik tertentu dalam medan gravitasi bumi bermassa *m* adalah:

$$V = G \frac{m}{r} \quad (6)$$

$$V = Gm \int_0^r \frac{dr}{r^2} \quad (7)$$

$$V = G \frac{m}{r^2} r \quad (8)$$

dimana :

V = Potensial gravitasi (N)

M = Massa benda (kg)

r = Jarak (m)

G = Konstanta universal gravitasi ($6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^{-3}\text{kg}^{-1}\text{dt}^{-2}$) (Saputra,2009).

3.1.4. Rapat Massa Batuan

Rapat massa (*density*) batuan merupakan besaran utama dalam menentukan nilai percepatan gravitasi. Variasi rapat massa pada batuan sedimen disebabkan oleh tekanan gaya tektonik (Untung, 2001). Densitas batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu rapat massa butir pembentuknya, porositas, kandungan fluida yang mengisi pori-porinya, serta pemadatan akibat tekanan dan pelapukan yang dialami batuan tersebut (Kirbani, 2001). Adapun variasi densitas (Telford,dkk.,1990) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

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

Jenis Batuan	Batas (g/cc)	Rata-Rata (g/cc)	Jenis Batuan	Batas (g/cc)	Rata-Rata (g/cc)
Batuan Sedimen			Batuan Metamorf		
Aluvium			Schist		
<i>Clay</i>	1,63-2,60	2,21	<i>Gneiss</i>	2,59-3,00	2,80
<i>Gravel</i>	1,70-2,40	2,00	<i>Phylite</i>	2,68-2,80	2,74
<i>Loess</i>	1,40-1,93	1,64	<i>Slate</i>	2,70-2,90	2,79
<i>Silt</i>	1,80-2,20	1,93	<i>Granulite</i>	2,52-2,7	2,65
<i>Soil</i>	1,20-2,40	1,92	<i>Amphibolite</i>	2,90-3,04	2,96
<i>Sand</i>	1,70-2,30	2,00	<i>Eclogite</i>	3,20-3,54	3,37
<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	
Beku			
Granit	2,50-2,81	2,64	
Andesit	2,40-2,80	2,61	
Syenite	2,60-2,95	2,77	
Basalt	2,70-3,30	2,99	
Gabro	2,70-3,50	3,03	

3.2. Anomali Bouguer

Anomali bouguer merupakan perbedaan antara nilai gayaberat observasi (*gobs*) dengan jumlah secara aljabar dari koreksi (koreksi *drift*, koreksi pasang surut, koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi bouguer, dan koreksi *terrain*). Variasi dari anomali bouguer merefleksikan variasi densitas secara lateral misalnya benda dengan densitas tinggi berada di dalam medium yang memiliki densitas rendah akan menghasilkan nilai bouguer anomali positif. Sebaliknya, benda dengan densitas rendah yang berada pada medium dengan densitas tinggi akan menghasilkan nilai anomali bouguer negatif (Reynolds, 1997).

3.3. Analisis Spektral

Analisis spektral dilakukan untuk mengestimasi lebar jendela serta estimasi kedalaman anomali gayaberat. Analisis spektral dilakukan dengan cara mentransformasi Fourier lintasan yang telah ditentukan pada peta kontur Anomali Bouguer Lengkap. Secara umum, suatu transformasi Fourier adalah menyusun kembali/mengurai suatu gelombang sembarang ke dalam gelombang sinus dengan

frekuensi bervariasi dimana hasil penjumlahan gelombang - gelombang sinus tersebut adalah bentuk gelombang aslinya (Kadir, 2000).

Untuk analisis lebih lanjut, amplitudo gelombang-gelombang sinus tersebut di *display* sebagai fungsi dari frekuensinya. Secara matematis hubungan antara gelombang $s(t)$ yang akan diidentifikasi gelombang sinusnya (*input*) dan $S(f)$ sebagai hasil transformasi Fourier diberikan oleh persamaan berikut :

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (9)$$

Pada metoda gayaberat, spektrum diturunkan dari potensial gayaberat yang teramati pada suatu bidang horizontal dimana transformasi Fouriernya sebagai berikut (Blakelly, 1996) :

$$F\left(\frac{1}{R}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0 - z_1^2)}}{|K|} \quad (10)$$

$$F\left(\frac{1}{R}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0 - z_1)}}{|K|} \quad (11)$$

dimana $z_1 > z_2, |k| \neq 0$

U = Potensi gayaberat

U = anomali rapat massa

γ = Konstanta gayaberat

r = jarak

Percepatan gravitasi dihubungkan pada potensial gravitasi oleh persamaan

$$g = \nabla U.$$

Gerak vertikal gravitasi yang disebabkan oleh suatu titik massa adalah turunan *derivative* dari potensial gayaberatnya :

$$g_z = Gm \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (12)$$

$$F(g_z) = GmF\left(\frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r}\right) \quad (13)$$

$$F(g_z) = GmF\frac{\partial}{\partial z}F\left(\frac{1}{r}\right) \quad (14)$$

Transformasi *Fourier* pada lintasan yang diinginkan adalah :

$$F(g_\pi) = 2\pi Gme^{|k|(z_0 - z_1^2)} \quad , \quad z_1 > z_0 \quad (15)$$

Jika distribusi rapat massa bersifat random dan tidak ada korelasi antara masing-masing nilai gayaberasat, maka $m = 1$, sehingga hasil transformasi *Fourier* anomali gayaberasat menjadi :

$$A = Ce^{|k|(z_0 - z_1^2)} \quad (16)$$

dimana :

A = Amplitudo

C = Konstanta

Untuk memperoleh hubungan antara amplitudo (A) dengan bilangan gelombang (k) dan kedalaman $z_0 - z_1$ dilakukan dengan melogaritmakan persamaan $A = Ce^{|k|(z_0 - z_1^2)}$, sehingga bilangan gelombang k berbanding lurus dengan *spectral amplitude*.

$$\ln A = \ln 2\pi Gme^{|k|(z_0 - z_1)} \quad (17)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)|k| + \ln C \quad (18)$$

Persamaan di atas dapat dianalogikan dalam persamaan garis lurus:

$$y - mx + c \quad (19)$$

dimana :

$\ln A$ sebagai sumbu y

$|k|$ sebagai sumbu x

$(z_0 - z_1)$ sebagai kemiringan garis (*gradient*).

Oleh karena itu, kemiringan garisnya merupakan kedalaman bidang dalam dan dangkal. $|k|$ sebagai sumbu x didefinisikan sebagai bilangan gelombang yang besarnya $\frac{2\pi}{\lambda}$ dan satuannya *cycle/meter*, dengan λ adalah panjang gelombang.

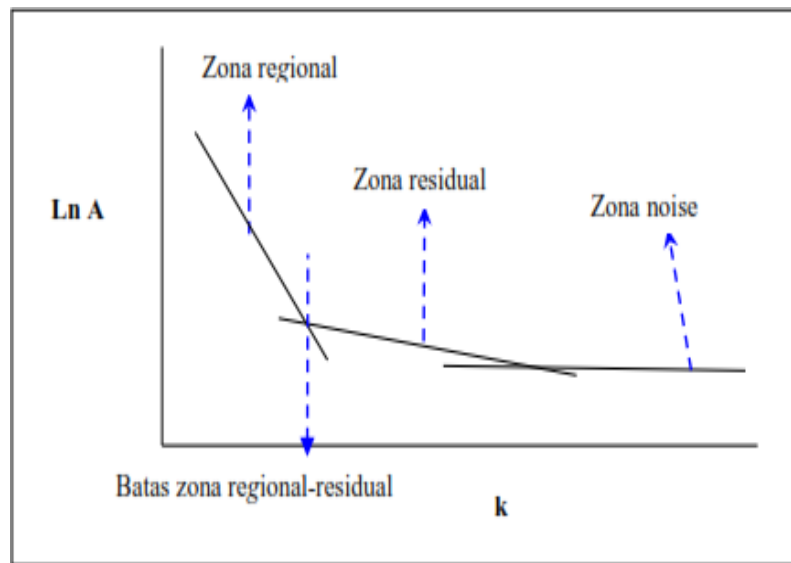
Hubungan λ dengan Δx diperoleh dari persamaan :

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (20)$$

Nilai λ sama dengan Δx , ada faktor lain pada Δx yang disebut konstanta pengali, sehingga $\lambda = N \cdot \Delta x$, konstanta N didefinisikan lebar jendela, jadi lebar jendela dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (21)$$

Dimana Δx adalah domain spasi yang akan digunakan dalam *Fast Fourier Transform* (FFT), dan k_c adalah bilangan gelombang *cutoff*. Dalam proses ini akan terbentuk kurva hubungan antara f (frekuensi) dan k (bilangan gelombang) seperti pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Kurva Ln A terhadap k (Blakely, 1996)

Transform (FFT), dan k_c adalah bilangan gelombang *cutoff*. Dalam proses ini akan terbentuk kurva hubungan antara f (frekuensi) dan k (bilangan gelombang) seperti pada **Gambar 6**.

3.4. *Filter Moving Average*

Nilai gayaberat yang terukur di permukaan merupakan penjumlahan dari berbagai macam anomali dan struktur dari permukaan sampai inti bumi, sehingga anomali Bouguer yang diperoleh merupakan gabungan dari beberapa sumber anomali dan struktur. Anomali Bouguer adalah superposisi dari anomali yang bersifat regional dan yang bersifat residual atau lokal. Anomali regional berkaitan dengan kondisi geologi umum secara keseluruhan pada daerah yang bersangkutan, dicirikan oleh anomali yang berfrekuensi rendah, sedangkan anomali residual dicirikan oleh anomali yang berfrekuensi tinggi. Untuk memperoleh anomali yang terasosiasi dengan kondisi

geologi yang diharapkan dan untuk meningkatkan resolusi sebelum diinterpretasi secara kuantitatif maka perlu dilakukan pemisahan anomali regional dan residual sehingga anomali yang diperoleh sesuai dengan anomali dari target yang dicari. Pemisahan anomali juga dimaksudkan untuk membantu dalam interpretasi gayaberat secara kualitatif. Pemisahan anomali ini salah satunya dapat dilakukan dengan *filter moving average*.

Moving average dilakukan dengan cara merata-ratakan nilai anomalnya. Hasil perata-rataan ini merupakan anomali regionalnya, sedangkan anomali residualnya diperoleh dengan mengurangkan data hasil pengukuran gayaberat dengan anomali regional.

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (22)$$

keterangan :

i = nomor stasiun

N = lebar jendela

Δg_{reg} = besarnya anomali regional

Sedangkan penerapan *moving average* pada peta dua dimensi, harga pada suatu titik dapat dihitung dengan merata-ratakan semua nilai di dalam sebuah kotak persegi dengan titik pusat adalah titik yang akan dihitung harganya. Misalnya *moving average* dengan lebar jendela 3, maka:

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{1}{9} \sum_{N=1}^9 \Delta g(n) \quad (23)$$

Nilai anomali residual Δg_{res} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{reg} \quad (24)$$

Dimana Δg adalah anomali Bouguer total (Diyanti, 2014).

3.5. Metode *Second Vertical Derivative*

Metode ini digunakan untuk memunculkan sumber-sumber anomali yang bersifat dangkal/lokal. Metode ini sangat bagus untuk mengetahui diskontinuitas dari suatu struktur bawah permukaan, khususnya adanya patahan pada suatu daerah survey (Saibi, et al., 2006). Secara teoritis metode ini diturunkan dari persamaan *Laplace* untuk anomali gayaberat di permukaan yang persamaannya dapat ditulis :

$$\nabla^2 \cdot \Delta g = 0 \quad (25)$$

Atau :

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} \quad (26)$$

Sehingga *second vertical derivative* nya diberikan oleh :

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \right) \quad (27)$$

Untuk data *1-D* (data penampang) persamaannya diberikan oleh :

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \quad (28)$$

Persamaan SVD dan 1-D diatas menunjukkan bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat permukaan adalah sama dengan negatif dari *derivative* orde dua horizon. Artinya bahwa anomali *second vertical derivative* dapat melalui *derivative* horizontal yang secara praktis lebih mudah dikerjakan. Untuk data anomali garaberat dalam *grid* teratur, anomali *second vertical derivative* dapat diturunkan melalui proses *filtering* dimana persamaan konvolusi nya diberikan oleh:

$$\Delta Gvd (\Delta x, \Delta y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta g(x, y), F(x - \Delta x, v\Delta y) dx dy \quad (29)$$

dimana :

F adalah filter *second vertical derivative* sesuai persamaan diatas

Δg adalah anomali gayaberat sebagai data input.

Filter filter *Second Vertical Derrives* (SVD) dengan operator Elkins dapat dilihat pada beberapa tabel di bawah ini :

3.5.1. SVD Tipe Henderson & Zietz (1949)

Tabel 2. Operator Filter SVD Tipe Henderson & Zietz (1949)

0.00	0.00	-0.0838	0.00	0.00
0.00	1.00	-2.6667	1.00	0.00
-0.0838	-2.6667	17.00	-2.6667	-0.0838
0.00	1.00	-2.6667	1.00	0.00
0.00	0.00	-0.0838	0.00	0.00

3.5.2. SVD Tipe Elkins (1951)

Tabel 3. Operator Filter SVD Tipe Elkins (1951)

0.00	-0.0833	0.00	-0.0833	0.00
-0.0833	-0.6667	-0.0334	-0.6667	-0.0833
0.00	-0.0334	-1.0668	-0.0334	0.00
-0.0833	-0.6667	-0.0334	-0.6667	-0.0833
0.00	-0.0833	0.00	-0.0833	0.00

3.5.3. SVD Tipe Rosenbach (1953)

Tabel 4. Operator Filter SVD Tipe Rosenbach (1953)

0.00	-0.0416	0.00	-0.0416	0.00
-0.0416	-0.3332	-0.75	-0.3332	-0.0416
0.00	-0.75	4.00	-0.75	0.00
-0.0416	-0.3332	-0.75	-0.3332	-0.0416
0.00	-0.0416	0.00	-0.0416	0.00

Ide dari metode ini adalah mengambil nilai turunan kedua dari anomali Bouguer sama dengan nol sebagai kontak dari kontras densitas antar dua lapisan batuan, dalam hal ini kontak tersebut dapat dikatakan sebagai struktur patahan ataupun intrusi (Sarkowi, 2010). Struktur patahan atau sesar naik maupun turun dapat ditentukan dari nilai anomali SVD dengan karakteristik sebagai berikut :

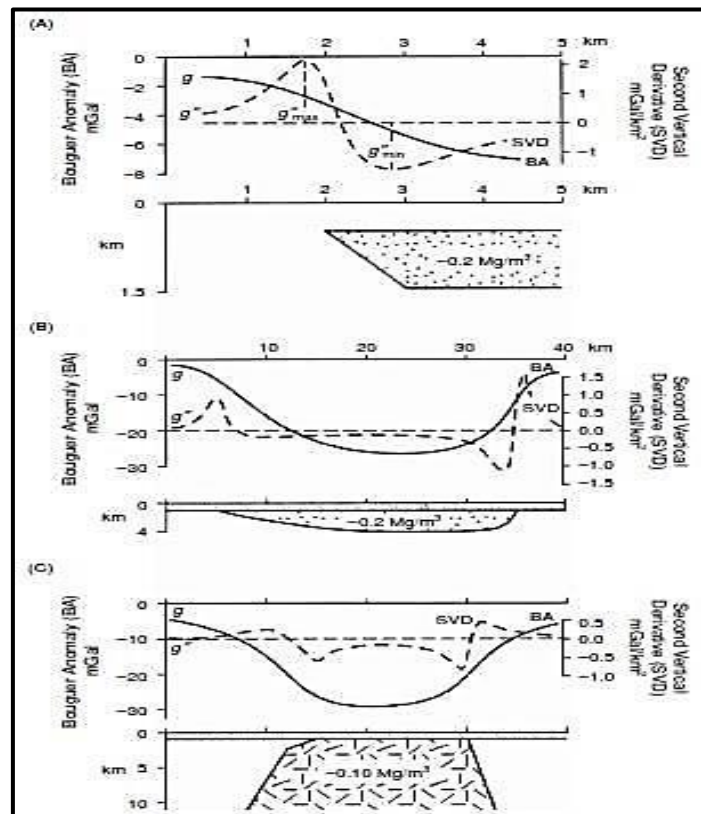
Untuk sesar naik ;

$$\left| \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} \max \right| < \left| \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} \min \right| \quad (30)$$

Sedangkan untuk sesar turun :

$$\left| \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} \max \right| > \left| \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} \min \right| \quad (31)$$

Adapun respon anomali SVD dapat diilustrasikan pada gambar di bawah ini :



Gambar 7. Kurva respon anomali SVD pada struktur geologi (Reynolds, 1997)

3.6. Metode *First Horizontal Derivative*

Pengertian *Horizontal Derivative* pada data anomali gayaberat adalah perubahan nilai anomali gayaberat dari satu titik ke titik lainnya dengan jarak tertentu. *Horizontal Derivative* dari anomali gayaberat yang disebabkan oleh suatu body cenderung untuk menunjukkan tepian dari *body*-nya tersebut. Jadi metode *Horizontal Derivative* dapat digunakan untuk menentukan lokasi batas kontak densitas horizontal dari data gayaberat (Cordell, 1979).

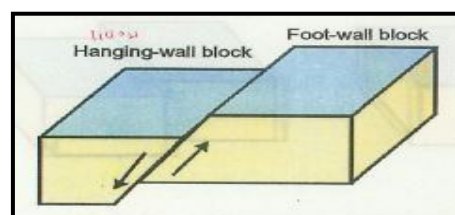
Metode ini dapat digunakan untuk menggambarkan struktur bawah permukaan yang dangkal maupun dalam. Amplitudo dari *Horizontal Derivative* ditunjukkan sebagai berikut (Cordell and Graunch, 1985).

3.7. Sesar

Menurut Tjia (1977), Sesar merupakan rekahan yang mengalami geser-geseran yang jelas. Pergeseran tersebut berkisar dari beberapa milimeter sampai ratusan meter sedangkan panjangnya mulai dari beberapa desimeter sampai hingga ribuan meter. Sesar dapat terjadi pada segala macam batuan dengan tipe yang beragam. Sesar pada struktur batuan dapat mengakibatkan perubahan maupun perkembangan topografi, mengubah aliran air dibawah dan diatas permukaan serta merusak stratigrafi batuan dan sebagainya.

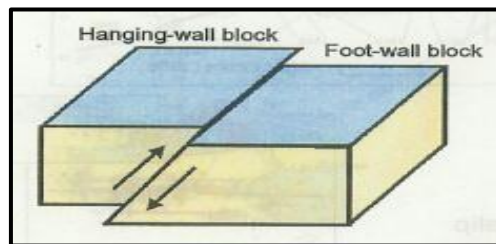
Klasifikasi diatas patahan yang mengakibatkan terjadinya gempa bumi berdasarkan gerak relatif sepanjang batas bidang sesar dibagi menjadi tiga macam yaitu:

- a. Sesar Turun (*normal fault* terjadi jika *hanging wall* pada sesar tersebut relative turun terhadap *foot wall*. Parameter sesar jenis ini akan memenuhi nilai $\delta \neq 0$ atau $\delta \neq \pi/2$ serta λ terletak antara rentang $(-\pi, 0)$.



Gambar 8. Sesar turun (*normal fault*) (Bormann, 2002)

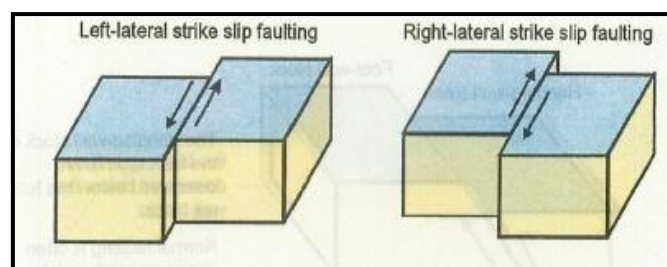
- b. Sesar Naik (*reverse fault*); terjadi jika *hanging wall* pada sesar tersebut relatif naik terhadap *foot wall*. Parameter sesar jenis ini akan memenuhi nilai $\delta \neq 0$ atau $\delta \neq \pi/2$ serta λ terletak antara rentang $(\pi, 0)$.



Gambar 9. Sesar naik (*reverse fault*) (Bormann, 2002)

- c. Sesar Mendatar (*strike slip fault*); sesar jenis ini terjadi apabila gerakan relative masing-masing blok pada sesar tersebut sejajar dengan jurus. (*strike*). Parameter jenis ini akan memenuhi $\delta = \pi/2$ dan $\lambda = 0$ atau π .

Sesar ini dapat dibagi lagi menjadi *left-lateral slip fault* jika nilai $\lambda = 0$ dan *right-lateral fault* jika nilai $\lambda = \pi$.



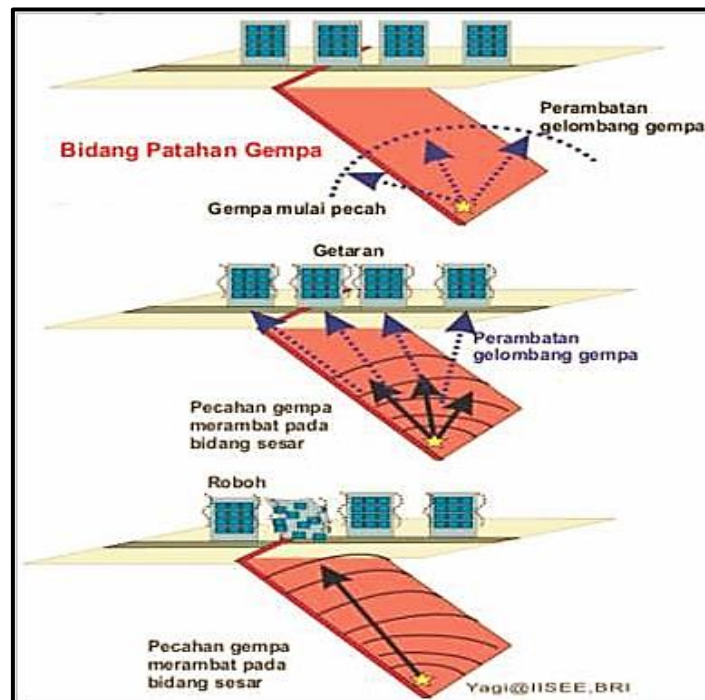
Gambar 10. Sesar Mendatar (*lateral slip fault* dan *right-aiteral fault*) (Bormann, 2002)

3.8. Gempabumi

Gempabumi (*earthquake*) adalah peristiwa bergetar atau bergoncangnya bumi karena pergerakan/pergeseran lapisan batuan pada kulit bumi secara tiba-tiba akibat pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Gempabumi yang disebabkan oleh aktivitas pergerakan lempeng tektonik disebut gempabumi tektonik. Namun selain itu, gempabumi bisa saja terjadi akibat aktifitas gunung berapi yang disebut sebagai gempabumi vulkanik.

Pergerakan tiba-tiba dari lapisan batuan di dalam bumi menghasilkan energi yang dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempabumi atau gelombang seismik. Ketika gelombang ini mencapai permukaan bumi, getarannya dapat merusak segala sesuatu di permukaan bumi seperti bangunan dan infrastruktur lainnya sehingga dapat menimbulkan korban jiwa dan harta benda. Berbeda dengan letusan gunungapi dan bencana alam lain yang didahului dengan tanda-tanda atau gejala-gejala yang muncul sebelum kejadian, gempabumi selalu datang secara mendadak dan mengejutkan sehingga menimbulkan kepanikan umum yang luar biasa karena sama sekali tidak terduga sehingga tidak ada seorang pun yang sempat mempersiapkan diri.

Akibat yang ditimbulkan oleh gempabumi luar biasa dahsyat karena mencakup wilayah yang sangat luas, menembus batas teritorial negara, bahkan antar benua. Sifat getaran gempabumi yang sangat kuat dan merambat ke segala arah, mampu menghancurkan bangunan-bangunan sipil yang terkuat sekalipun, sehingga sangat banyak memakan korban nyawa manusia. Bahkan gempabumi sering kali diikuti oleh bencana alam lanjutan yang jauh lebih dahsyat berupa tanah longsor dan gelombang tsunami yang akan di tunjukan pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Pergeseran di Kerak Bumi Memancarkan Radiasi Gelombang Gempabumi hingga Menimbulkan Goncangan (BMKG, 2012).

3.9 Kedalaman dan Kekuatan Gempabumi

Kedalaman dan Kekuatan Gempabumi Fowler (1990) mengklasifikasikan gempabumi berdasarkan kedalaman fokus (*hypocentre*) sebagai berikut: gempabumi dangkal (*shallow*) kurang dari 70 km, gempabumi menengah (*intermediate*) kurang dari 300 km, dan gempabumi dalam (*deep*) lebih dari 300 km atau 350 km.

Gempabumi dangkal menimbulkan efek goncangan dan kehancuran yang lebih dahsyat dibanding gempabumi dalam. Ini karena sumber gempabumi lebih dekat ke permukaan bumi sehingga energi gelombangnya lebih besar. Karena pelemahan energi gelombang akibat perbedaan jarak sumber ke permukaan relatif kecil. Berdasarkan kekuatannya atau magnitudo (M) berskala Richter (SR) dapat dibedakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Kategori gempa berdasarkan kekuatan gempa (magnitudo)

No.	Kategori Gempa	Magnitudo
1.	Gempabumi sangat besar	M > 8 SR
2.	Gempabumi besar	M 7-8 SR
3.	Gempabumi merusak	M 5-6 SR
4.	Gempabumi sedang	M 4-5 SR
5.	Gempabumi kecil	M 3-4 SR
6.	Gempabumi mikro	M 1-3 SR

Skala yang biasa digunakan oleh BMKG adalah Skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*). Skala Mercalli adalah satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Satuan ini diciptakan oleh seorang vulkanologis dari Italia yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902. Skala Mercalli terbagi menjadi 12 pecahan berdasarkan informasi dari orang-orang yang selamat dari gempa tersebut dan juga dengan melihat serta membandingkan tingkat kerusakan akibat gempa bumi tersebut. Skala Mercalli adalah sangat subjektif dan kurang tepat dibanding dengan perhitungan magnitudo gempa yang lain. Skala Mercalli yang dimodifikasi, pada tahun 1931 oleh ahli seismologi Harry Wood dan Frank Neumann masih sering digunakan terutama apabila tidak terdapat peralatan seismometer yang dapat mengukur kekuatan gempa bumi di tempat kejadian. Oleh karena itu, saat ini penggunaan Skala Richter lebih luas digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi.

IV. METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada :

Waktu : 1 September 2022 - 28 Februari 2023

Tempat : Laboratorium Teknik Geofisika Universitas Lampung

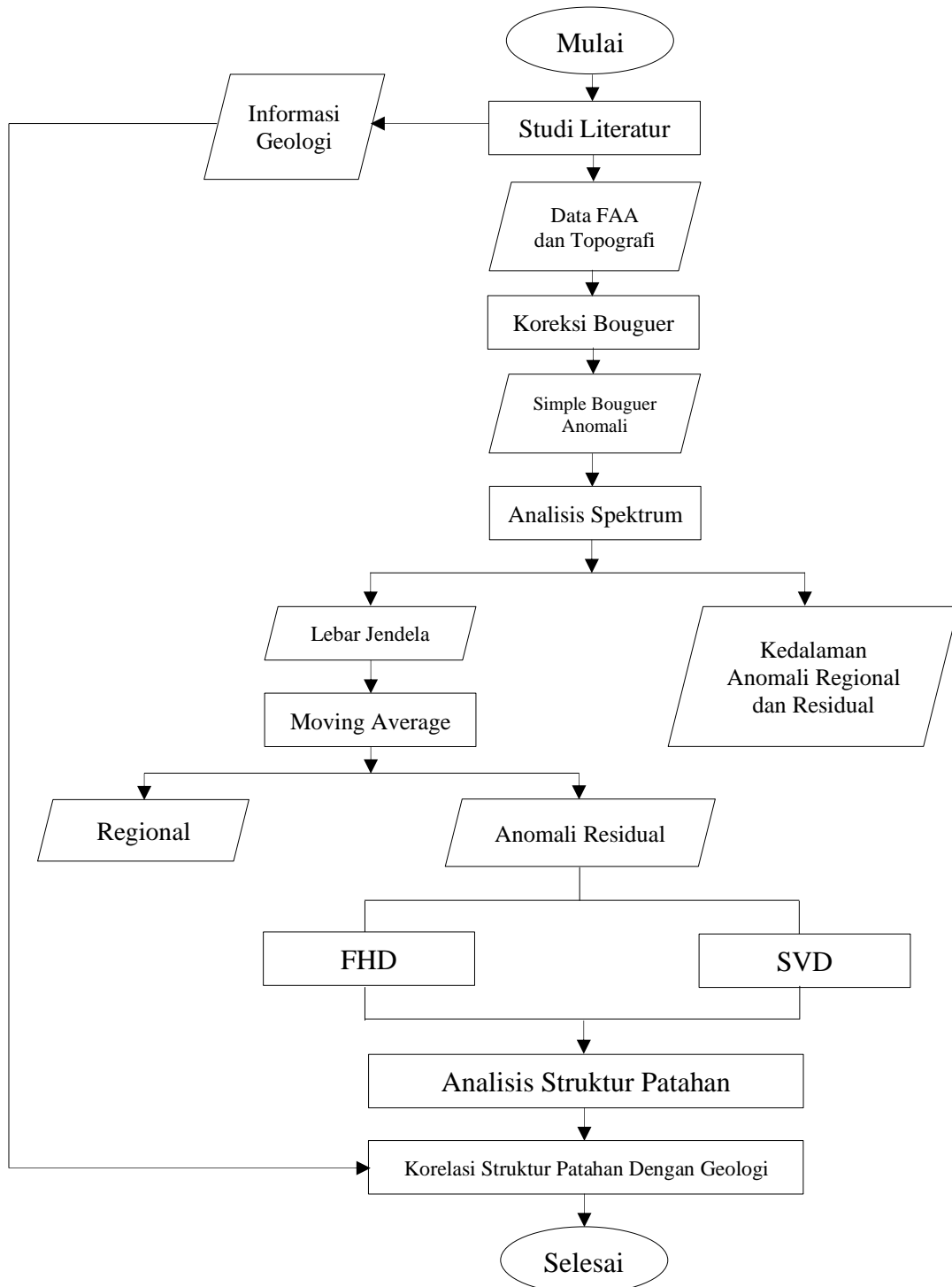
4.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop
2. *Software Oasis Montaj v.8.4*
3. *Software ArcGIS v.10.3*
4. *Google Earth Pro*
5. *Microsoft Excel 2016*
6. Data sekunder anomali *bouguer* Daerah Lampung

4.4. Diagram Alir

Penelitian ini memiliki diagram alir yang terdapat pada **Gambar 12** seperti berikut ini:



Gambar 12. Diagram alir penelitian

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis spektrum didapatkan nilai estimasi dari kedalaman regional rata-rata 5.800 meter.
2. Pada analisis SVD terlihat bahwa kontur nilai anomali yang bernilai 0 berasosiasi dengan Sesar Semangko yang berarah barat laut - tenggara, dimana anomali bernilai 0 lainnya yang berada di sekitar Sesar Semangko diduga sesar lokal atau sesar minor yang diakibatkan oleh sesar utama yaitu Sesar Semangko. Analisis FHD dan SVD anomali gravity dapat mengidentifikasi keberadaan sesar Semangko.
3. Keberadaan sesar Semangko ini menyebabkan tingkat seismisitas yang tinggi di daerah tersebut.

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah

Kepada masyarakat yang bermukim di sekitar sesar semangko. Untuk lebih mewaspadaai akibat dari gempa dangkal yang bisa dating setiap saat. Tanggap bencana diperlukan agar masyarakat paham akan kondisi geologi daerah masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T. C., Sidarto, S., & Gunawan, W. (1994). Geologi Lembar Kotaagung. Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.
- Amin, T. C., Sidarto, Santosa, S. dan Gunawan, W. 1994. *Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera skala 1 : 250.000*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Barbosa, V. C. F. dan Silva, J. B. C. 1994. Generalized Compact Gravity Inversion. *GEOPHYSICS*. 59(1). 57–68.
- Blakely, R. J. 1995. Potential Theory In Gravity And Magnetic Applications. In *Potential Theory In Gravity And Magnetic Applications*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511549816>.
- Blakely, R. J. 1996. *Potensial Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bormann, P. (2002). New Manual Of Seismology Observaty Praticce.
- Catur Yulianti, Ria. Rekayasa Gempa. Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB. Dwi Riadi, Teddy. 2008
- Cordell, L. (1979). Gravity and aeromagnetic anomalies over basement structure in the Rolla quadrangle and the southeast Missouri lead district. *Economic Geology*, 74(6), 1383-1394.

- Cordell, L., & Grauch, V. J. S. (1985). Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico. In *The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps* (pp. 181-197). Society of Exploration Geophysicists.
- Diyanti. 2014. *Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Leuwidamar Berdasarkan Analisa Spektral Data GayaBerat*. (Skripsi) Prodi Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Grandis, H. 2009. *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. HAGI. Bandung.
- Ibrahim, G. 2010. *Tektonik Dan Mineral di Indonesia*. Puslitbang BMKG. Jakarta.
- Kadir, W.G.A. 2000. *Eksplorasi Gayaberat dan Magnetik*. Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. ITB. Bandung.
- Klingele, E.E., Marson, I. dan Kahle, H.G. 1991. Automatic Interpretation Of Gravity Gradiometric Data In Two Dimensions (Vertical Gradients). *Geophysical Prospecting*. 39, pp. 407–434.
- Octonovriya, L. 2009. Analisa Perbandingan Anomaly Gravitasi dengan persebaran intrusi air asin (Studi kasus Jakarta 2006-2007). *Jurnal Meteorologidan Geofisika*. Vol.10 No.1 : AMG.
- Pulunggono, A., Agus, H. S. dan Christine, G. K. 1992. Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems, As A Framework of the South Sumatera Basin: a study of SAR Maps. *Proceed. Indon. Petrol. Assoc.* 21. 11(37): 338-360.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester John Wiley and Sons Ltd. 796p.

- Saibi, H., Nishijima, J., Ehara, S. dan Aboud, E. 2006. Integrated Gradient Interpretation Techniques For 2D And 3D Gravity Data Interpretation, *Earth Planets Space*, 58, 815–821.
- Sarkowi, M. 2008. *Metode Eksplorasi Gayaberat*. Diktat Kuliah. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sarkowi, M. 2010. Identifikasi Struktur Daerah Panasbumi Ulubelu Berdasarkan Analisa Data SVD Anomali Bouguer. *Jurnal Sains MIPA*. Vol. 16, No.2, Hal.111-118.
- Serway, R. dan John, W. 2009. *Untuk Sains dan Teknik*. Buku 1 Edisi 6. Salemba Teknika. Jakarta.
- Shearer, P. M. (2009). *Introduction to Seismology*, Cambridge University Press.
- Sunarjo, S., Gunawan, M. T., & Pribadi, S. (2012). *Gempa Bumi Edisi Populer*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sherrif, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University. USA.
- Zaenudin, A., Dani, I., dan Amalia, N., 2020. Delineasi Sub-Cekungan Sorong Berdasarkan Anomali Gayaberat. *Jurnal Geocelbes*. Vol. 4 No. 1.