

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN  
CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN  
METODE GAYA BERAT ANALISIS *DERIVATIVE*,  
PEMODELAN 2D DAN 3D**

(Skripsi)

Oleh

**Oktaviana  
1815051002**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN  
CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN  
METODE GAYA BERAT ANALISIS *DERIVATIVE*,  
PEMODELAN 2D DAN 3D**

Oleh

**OKTAVIANA**

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRAK

### IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN METODE GAYA BERAT ANALISIS *DERIVATIVE*, PEMODELAN 2D DAN 3D

Oleh

OKTAVIANA

Cekungan Jawa Barat Selatan merupakan cekungan yang batuanannya didominasi oleh batuan vulkanoklastik yang merupakan hasil dari penunjaman Lempeng Samudra Hindia dan Lempeng Eurasia. Metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur cekungan salah satunya yaitu metode gayaberat. Metode gayaberat merupakan metoda geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui struktur cekungan berdasarkan perbedaan parameter fisis rapat massa. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi struktur patahan dan mengetahui kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan analisis FHD dan SVD, *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D. *Forward modelling* 2D digunakan untuk mengetahui kondisi litologi dan gambaran geologi bawah permukaan sedangkan *inverse modelling* 3D digunakan untuk menentukan sebaran dan geometri cekungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat adanya patahan dengan arah baratlaut – tenggara (NW-SE) dibagian baratlaut, tengah dan tenggara daerah penelitian. Selain itu didapatkan patahan naik dan patahan turun yang diperkirakan sebagai batas subcekungan. Hasil dari pemodelan bawah permukaan terdapat beberapa patahan yang memiliki nilai densitas berkisar antara 2,1 g/cm<sup>3</sup> sampai 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas tinggi dipengaruhi oleh Formasi Jampang (Tomj) dan Formasi Bentang (Tmb) sedangkan nilai densitas rendah di pengaruhi oleh Batuan Gunungapi Muda G. Cikuray (Qyc) dan Formasi Beser (Tmbe).

**Kata kunci:** metode gayaberat, Cekungan Jawa Barat Selatan, *first horizontal derivative*, *second horizontal derivative*, *forward modelling* 2D, *inverse modelling* 3D.

## ABSTRACT

### SUBSURFACE STRUCTURE IDENTIFICATION OF THE SOUTHWEST JAVA BASIN BY DERIVATIVE ANALYSIS OF GRAVITY METHODS, 2D AND 3D MODELING

By

OKTAVIANA

The Southwest Java Basin is a basin predominant by volcanoclastic rocks which are the result from subduction of the Indian Ocean Plate and the Eurasian Plate. One of the geophysical methods that can be used to identify the basin structure is the gravity method. The gravity method is a common geophysical method that can be used to determine the basin structure based on differences in the physical parameters of rocks density. The aim of this study is to identify the fault structure and determine the geological condition of subsurface based on FHD and SVD analysis, 2D forward modelling and 3D inverse modelling. 2D forward modelling has used to determine lithological conditions and subsurface geological features, while 3D inverse modelling used to determine the distribution and geometry of the basin. The results showed that there were faults with a northwest-southeast (NW-SE) direction from northwest, centre and southeast of the investigation area. In addition, reverse faults and normal faults are shown and which are estimated as subbasin boundaries. The result of subsurface modelling is that there are several faults with density values are ranging from  $2.1 \text{ g/cm}^3$  to  $2.6 \text{ g/cm}^3$ . The high-density value is influenced by the Jampang Formation (Tomj) and the Bentang Formation (Tmb) while the low density value is influenced by the early volcanic rocks of Cikuray Mount (Qyc) and the Beser Formation (Tmbe).

**Keywords:** gravity method, South West Java Basin, first horizontal derivative, second horizontal derivative, forward modelling 2D, inverse modelling 3D.

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH  
PERMUKAAN CEKUNGAN JAWA BARAT  
SELATAN MENGGUNAKAN METODE GAYA  
BERAT ANALISIS DERIVATIVE,  
PEMODELAN 2D DAN 3D**

Nama Mahasiswa : **Oktaviana**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815051002

Program Studi : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik



**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

**Karyanto, S.Si., M.T.**  
NIP. 19691230 199802 1001

**Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19750911 200012 1002

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

**Karyanto, S.Si., M.T.**  
NIP. 19691230 199802 1001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Karyanto, S.Si., M.T.**



**Sekretaris : Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.**



**Anggota : Rustadi, S.Si., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. )**  
NIP. 197509282001121002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 November 2022**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang saya tulis ini bukan merupakan karya dari orang lain melainkan berdasarkan pemikiran saya sendiri, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana. Adapun kutipan tertentu dalam penulisan Skripsi ini terdapat karya atau pendapat orang lain yang ditulis menurut sumbernya sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan.

Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Desember 2022



Oktaviana

1815051002

## RIWAYAT HIDUP



OKTAVIANA, dilahirkan di Labuhan Ratu Tujuh pada tanggal 1 Oktober 1999. Anak ketiga dari empat bersaudara pasangan dari Bapak Karnianto dan Ibu Miswati. Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Pertiwi di Labuhan Ratu Lampung Timur diselesaikan pada tahun 2006, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Labuhan Ratu diselesaikan pada tahun 2012, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP PGRI 1 Labuhan Ratu diselesaikan pada tahun 2015, Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Way Jepara diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Lampung Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geofisika melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Metode Geolistrik. Pada tahun 2021 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) dengan judul **“IDENTIFIKASI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK 2D KONFIGURASI WENNER ALPHA DAN WENNER-SCHLUMBERGER DI DAERAH FAJAR BARU, LAMPUNG SELATAN”**. Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika Bhuwana (Hima TG Bhuwana) Universitas Lampung sebagai Ketua Divisi Kerohanian Bidang Sosial Budaya Masyarakat pada tahun 2021, Lembaga Dakwah Kampus Bina Rohani Islam Mahasiswa (Birohmah) Universitas Lampung sebagai Kepala Wilayah Fakultas Teknik pada tahun 2021, *American Association of Petroleum Geologists* Universitas Lampung SC (AAPG Unila SC) anggota divisi *Education and Creativity* (ENC) pada tahun 2021, Forum Silaturahmi dan Studi Islam Fakultas Teknik (FOSSI-FT) Universitas Lampung sebagai Sekretaris Departemen KSIK (Kajian Studi Islam dan Keilmuan) pada tahun 2020, sie kesekretariatan pada Seminar Nasional *Geophysict Whiz Event and Seminar* (GWES) Unila tahun 2020.

Pada akhir masa studi penulis melakukan penelitian untuk memperoleh gelar sarjana teknik dengan judul **“IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN METODE GAYA BERAT ANALISIS DERIVATIVE, PEMODELAN 2D DAN 3D”**

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur saya panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

**BAPAK DAN IBU TERCINTA**

**KARNIANTO**

**&**

**MISWATI**

Yang selalu memberikan dukungan, semangat, kasih sayang dan tidak henti-hentinya mendoakan Okta. Mungkin Okta tidak akan bisa membalas semua kasih sayang yang telah diberikan namun Okta selalu berdoa semoga bapak dan ibu sehat selalu dan bahagia. Okta akan selalu berusaha menjadi anak yang terbaik untuk bapak dan ibu.

**KAKAK DAN ADIK TERCINTA**

**AGUS KURNIAWAN**

**ANIK FITRIANI, S.M.**

**JULI PANGESTU**

Yang telah menjadi teman curhat dan *support system* selama ini. Terimakasih atas segala dukungan, doa dan semangatnya. Semoga kita semua bisa menjadi anak yang sukses dan bisa sama-sama membahagiakan bapak dan ibu.

**Teknik Geofisika Unila 2018**

**Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung**

Semua yang terlibat dalam proses pembuatan skripsi ini, saya ucapkan terimakasih

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN METODE GAYA BERAT ANALISIS *DERIVATIVE*, PEMODELAN 2D DAN 3D”**. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama penulisan Skripsi ini banyak sekali terdapat hambatan yang dialami. Namun berkat adanya bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak, hingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan didalam Skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semogas ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 14 Desember 2022

Penulis,



**Oktaviana**  
**NPM. 1815051002**

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* Yang Maha Kuasa karena berkat rahmat dan hidayah serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Tak lupa pula shalawat serta salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad *Shallallahu 'alaihi wasallam* yang menjadi suri tauladan bagi kita

Skripsi ini berjudul **“IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN JAWA BARAT SELATAN MENGGUNAKAN METODE GAYA BERAT ANALISIS *DERIVATIVE*, PEMODELAN 2D DAN 3D”** merupakan skripsi dari penelitian yang dilakukan penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

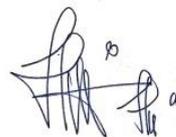
Adapun dalam penyelesaian Skripsi ini, terdapat banyak pihak yang terlibat, yang mana pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberi dukungan, motivasi, kekuatan dan senantiasa selalu mendoakan yaitu Bapak Karnianto dan Ibu Miswati yang selalu menyemangati dan menyanyangi dengan sepenuh hati.
2. Mbak ku tersayang Anik Fitriani, S.M. yang menjadi teman berkeluh kesah, selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan dalam segala hal. Kakak tersayang Agus Kurniawan dan adik tersayang Juli Pangestu yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
3. Bapak Ahmad Setiawan, S.Si., M.T. selaku pembimbing saya di Pusat Survei Geologi yang telah banyak meluangkan waktu memberikan pengarahan dan ilmu dengan penuh kesabaran. Menjadi tempat berdiskusi, memberikan kritik dan saran yang membangun dan selalu memberi motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung dan pembimbing pertama yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Rustadi, S.Si., M.T., selaku penguji yang telah bersedia meluangkan waktu, serta senantiasa memberikan saran dan masukan.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak ilmu dan wawasan.
8. Teman seperjuangan selama melaksanakan skripsi Mila dan Pitboy yang telah menjadi teman belajar dan diskusi, serta telah memberikan dukungan dan motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini. Teman-teman terdekat Rindy, Ade dan Retno yang memberikan semangat dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
9. Keluarga Teknik Geofisika 2018 (TGasak) Masrul, Rindy, Rima, Pegit, Vivi, Annisa, Winona, Miftahul, Ledia, Sebrina, Mila, Arsy, Andiko, A'isyah, Wayan, Rafika, Sarah, Denta, As'ad, Supardi, Arnas, Alex, Julpan, Nurul, Tektona, Pitry, Aprilia, Farhan, Taufiq, Berlian, Herlian, Suwandi, Ari, Fira, Luvi, Wulan, Naira, Fitri, Difa, Ikram, Dicky, Joy, Budzar, Novia, Faradico, Retno, Aiz, dan Ade yang telah banyak memberikan semangat, yang menjadi tempat keluh kesah, berbagi beban bersama, menjalani dunia perkuliahan bersama dan telah memberikan dukungan selama ini. Semoga kita semua sukses selalu.
10. Serta semua pihak yang terlibat, penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Bandar Lampung, 14 Desember 2022

Penulis,



**Oktaviana**

NPM. 1815051002

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Lokasi Daerah Penelitian .....	4
2.2 Geologi Regional dan Tektonik Daerah Penelitian .....	5
2.3 Stratigrafi Daerah Penelitian.....	7
2.4 Fisiografi dan Morfologi Daerah Penelitian .....	12
2.5 Penelitian Sebelumnya.....	13
<b>III. TEORI DASAR.....</b>	<b>15</b>

3.1	Metode Gayaberat.....	15
3.2	Prinsip Dasar Metode Gayaberat .....	15
3.2.1	Hukum Newton: Gaya Tarik Menarik Antara Dua Partikel.....	15
3.2.2	Percepatan Gravitasi .....	16
3.2.3	Potensial Gravitasi.....	18
3.2.4	Rapat Massa Batuan .....	18
3.3	Koreksi Metode Gayaberat .....	20
3.3.1	Koreksi Pasang Surut ( <i>Tide Correction</i> ) .....	20
3.3.2	Koreksi Apungan ( <i>Drift Correction</i> ).....	20
3.3.3	Koreksi Udara Bebas ( <i>Free-Air Correction</i> ).....	21
3.3.4	Koreksi Bouguer.....	22
3.3.5	Koreksi Medan ( <i>Terrain Correction</i> ).....	23
3.3.6	Anomali Bouguer .....	23
3.4	Analisis Spektrum.....	24
3.5	<i>Filter Butterworth</i> .....	27
3.6	Metode <i>First Horizontal Derivative</i> (FHD).....	28
3.7	Metode <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD) .....	29
3.8	<i>Forward Modelling dan Inverse Modelling</i> .....	30
<b>IV.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>32</b>
4.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
4.2	Alat dan Bahan.....	33
4.3	Prosedur Penelitian .....	33
4.3.1	Anomali Bouguer Lengkap .....	33
4.3.2	Analisis Spektrum .....	34
4.3.3	Pemisahan Anomali Regional dan Residual.....	34
4.3.4	Analisis Derivative .....	37
4.3.5	Pemodelan Bawah Permukaan .....	37
4.4	Diagram Alir .....	38
<b>V.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
5.1	Anomali Bouguer.....	39
5.2	Analisis Spektrum.....	42
5.3	Anomali Regional .....	45

5.4 Anomali Residual.....	48
5.5 <i>First Horizontal Derivative</i> (FHD).....	50
5.6 <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD).....	52
5.7 <i>Analisis Derivative</i> .....	54
5.8 <i>Forward Modelling 2D</i> .....	59
5.8.1 Model Struktur Bawah Permukaan Hasil Pemodelan Lintasan 1 .	60
5.8.2 Model Struktur Bawah Permukaan Hasil Pemodelan Lintasan 2 .	61
5.8.3 Model Struktur Bawah Permukaan Hasil Pemodelan Lintasan 3 .	61
5.9 <i>Inverse Modelling 3D</i> .....	62
5.9.1 Analisis Model Struktur Bawah Permukaan <i>Forward Modelling</i> dan Model <i>Slicing Inverse Modelling 3D</i> Lintasan 1 .....	64
5.9.2 Analisis Model Struktur Bawah Permukaan <i>Forward Modelling</i> dan Model <i>Slicing Inverse Modelling 3D</i> Lintasan 2.....	65
5.9.3 Analisis Model Struktur Bawah Permukaan <i>Forward Modelling</i> dan Model <i>Slicing Inverse Modelling 3D</i> Lintasan 3.....	66
<b>VI. KESIMPULAN</b> .....	<b>68</b>
6.1 Kesimpulan .....	68
6.2 Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar	
1. Peta lokasi daerah penelitian.....	4
2. Peta geologi Jawa Barat Selatan .....	6
3. Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Selatan.....	7
4. Tataan stratigrafi yang disederhanakan di daerah Pegunungan Selatan Jawa Barat .....	11
5. Peta fisiografi daerah Jawa Barat.....	12
6. Gaya tarik menarik antara dua buah benda.....	16
7. Kurva $\ln A$ terhadap $k$ .....	26
8. Grafik <i>filter butterworth</i> terhadap nilai $k$ .....	28
9. <i>Filter butterworth</i> untuk memperoleh peta anomali regional.....	36
10. <i>Filter bandpass</i> untuk memperoleh peta anomali residual .....	36
11. Diagram alir .....	38
12. Peta Anomali Bouguer Lengkap Jawa Barat Selatan.....	41
13. Grafik $\ln P$ terhadap $k$ .....	44
14. Estimasi kedalaman .....	44
15. Peta ketebalan sedimen di Pulau Jawa.....	45
16. Peta anomali regional Jawa Barat Selatan .....	47
17. Peta anomali residual Jawa Barat Selatan.....	49
18. Peta <i>first horizontal derivative</i> Jawa Barat Selatan .....	51
19. Peta <i>second vertical derivative</i> Jawa Barat Selatan .....	53
20. Peta lintasan <i>slice</i> Jawa Barat Selatan.....	55
21. Grafik lintasan 1.....	57
22. Grafik lintasan 2.....	58
23. Grafik lintasan 3.....	59
24. <i>Forward modelling</i> lintasan 1 .....	60
25. <i>Forward modelling</i> lintasan 2 .....	61
26. <i>Forward modelling</i> lintasan 3 .....	62
27. Hasil model inversi 3D .....	64
28. (a) Kurva anomali residual pada lintasan 1; (b) Model bawah permukaan hasil <i>forward modelling</i> pada lintasan 1; (c) Model bawah permukaan hasil <i>inverse modelling</i> pada lintasan 1.....	65

29. (a) Kurva anomali residual pada lintasan 2; (b) Model bawah permukaan hasil *forward modelling* pada lintasan 2; (c) Model bawah permukaan hasil *inverse modelling* pada lintasan 2..... 66
30. (a) Kurva anomali residual pada lintasan 3; (b) Model bawah permukaan hasil *forward modelling* pada lintasan 3; (c) Model bawah permukaan hasil *inverse modelling* pada lintasan 3..... 67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	
1. Nilai densitas batuan .....	19
2. Operator filter SVD.....	30
3. Pelaksanaan kegiatan penelitian.....	33
4. Hasil <i>radial average spectrum</i> .....	43

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan hasil penelitian geologi dan geofisika yang dilakukan oleh Badan Geologi tahun 2009 diketahui bahwa di wilayah Jawa Barat Selatan terdapat Cekungan Jawa Barat Selatan. Cekungan sedimen sendiri merupakan suatu depresi yang menjadi tempat berkumpulnya endapan sedimen yang berfungsi sebagai wadah pengendapan dan berlangsung dalam kurun waktu yang lama. Cekungan Jawa Barat Selatan berada di zona fisiografi Pegunungan Selatan. Namun prospek hidrokarbon di Cekungan Jawa Barat Selatan ini belum diketahui kehadirannya oleh sebab itu penelitian menggunakan metode seismik belum pernah dilaksanakan di daerah Selatan Jawa Barat.

Daerah Pegunungan Selatan Jawa Barat sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Subagio (2018) menggunakan metode gayaberat yang ditafsir dari anomali Bouguer dengan tujuan untuk mengetahui struktur bawah permukaan. Dikarenakan pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan anomali Bouguer, oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi patahan pada Cekungan Jawa Barat Selatan ini melalui suatu metode geofisika sebagai tahap awal eksplorasi pada daerah penelitian tersebut. Patahan (sesar) adalah bergesernya batuan yang patah dari posisi semula. Keberadaan patahan dapat bernilai ekonomis yang tinggi karena dapat berasosiasi dengan perangkap hidrokarbon.

Pada dasarnya terdapat banyak metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur cekungan, salah satunya yaitu metode gayaberat. Metode

gayaberat merupakan metoda geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui struktur cekungan berdasarkan perbedaan parameter fisis rapat massa. Variasi gayaberat di permukaan bumi disebabkan oleh adanya variasi densitas batuan di permukaan bumi, perbedaan jarak permukaan bumi ke pusat bumi, jenis batuan di bawah permukaan serta adanya perbedaan topografi di permukaan bumi. Anomali tinggi yang terdapat pada data gayaberat diinterpretasikan sebagai sedimen yang tipis, sedangkan anomali rendah dapat diinterpretasikan sebagai sedimen yang tebal. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan struktur geologi bawah permukaan menggunakan *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan zona kedalaman anomali regional dan anomali residual daerah penelitian.
2. Mengidentifikasi struktur patahan berdasarkan pola anomali residual, analisis *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD).
3. Menginterpretasi model struktur bawah permukaan berdasarkan *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D data gayaberat.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam pengolahan berupa data sekunder hasil digitasi di daerah Jawa Barat Selatan yang mencakup Lembar Jampang, Lembar Karangnunggal, Lembar Tasikmalaya, Lembar Sindangbarang, Lembar Garut, dan Lembar Pemeungpeuk.
2. Pemisahan anomali regional dan anomali residual menggunakan *filter butterworth*.
3. Pemodelan yang dilakukan menggunakan *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D.

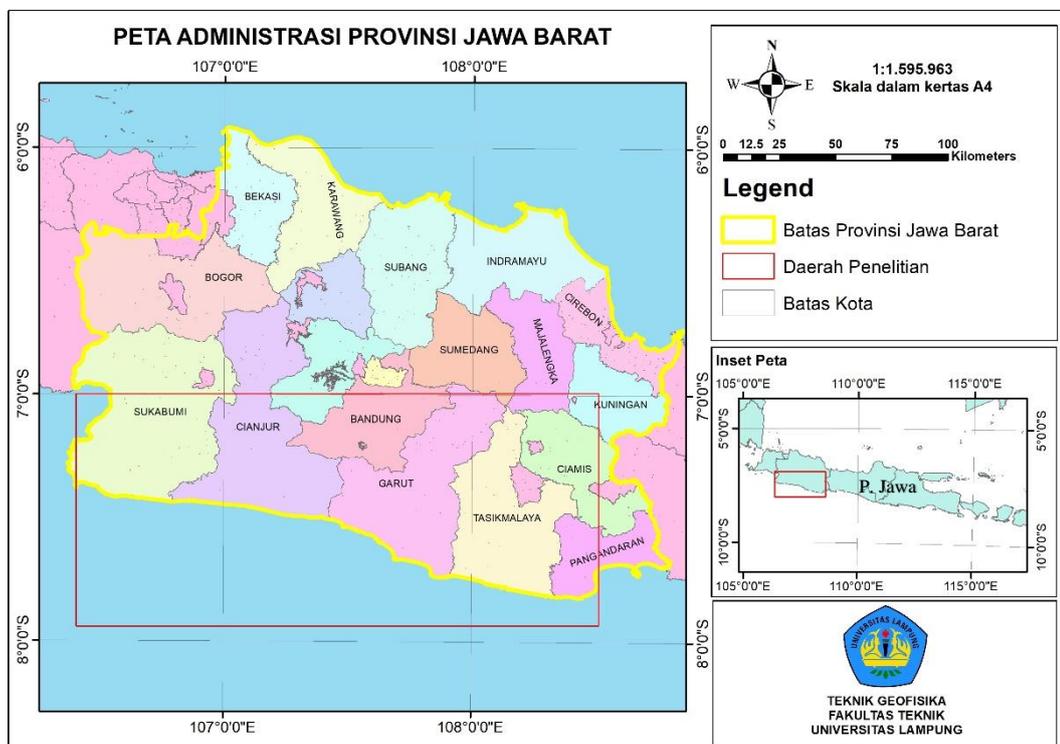
#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dalam pelaksanaan penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai gambaran struktur geologi bawah permukaan dan sistem patahan daerah penelitian serta model bawah permukaan pada Cekungan Jawa Barat Selatan. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan suatu referensi ataupun acuan pada penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lokasi Daerah Penelitian

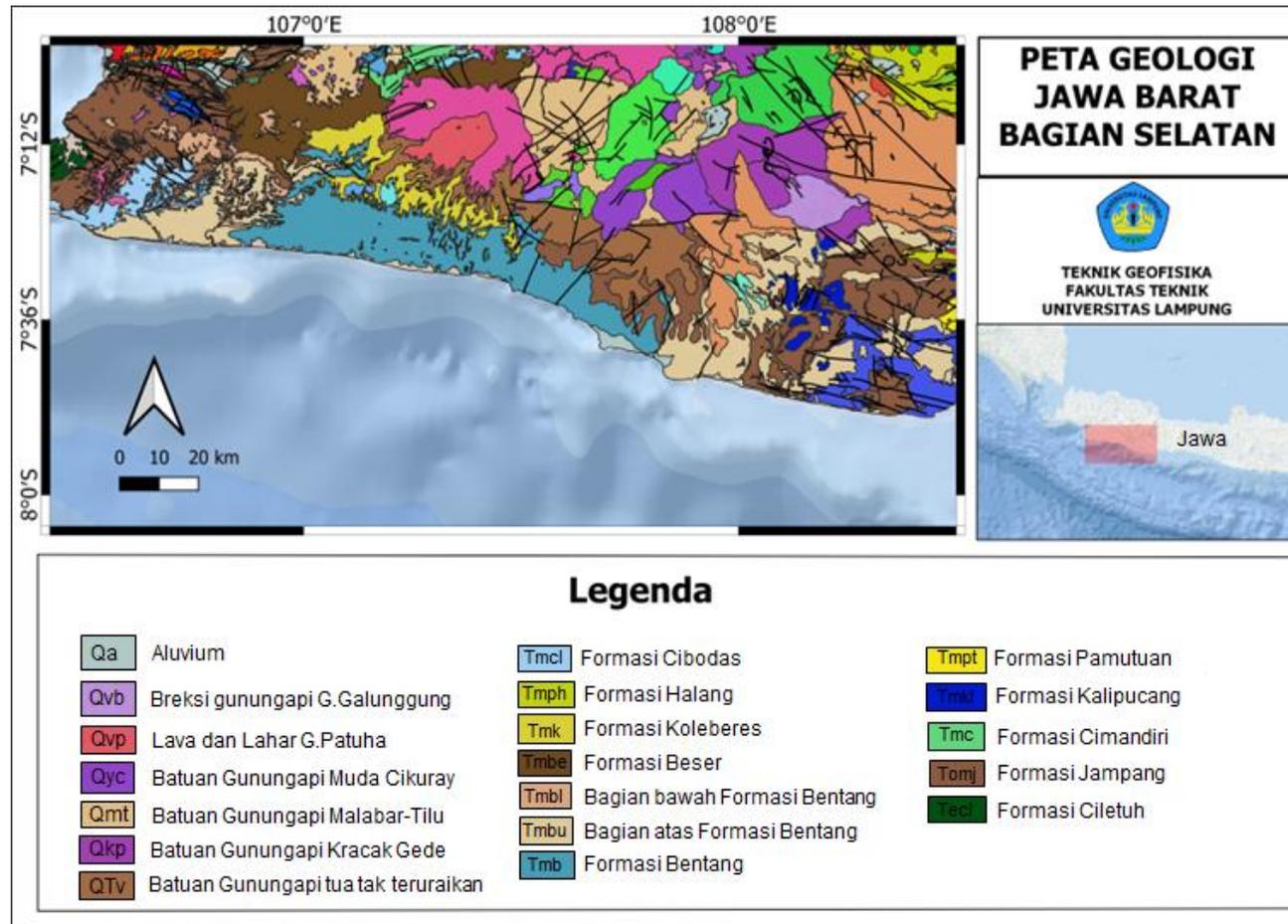
Lokasi daerah penelitian yaitu terletak di daerah Jawa Barat Selatan. Adapun secara geografis Jawa Barat Selatan berada pada koordinat  $106^{\circ}25'$  sampai  $108^{\circ}30'$  BT dan  $7^{\circ}00'$  sampai  $8^{\circ}00'$  LS. Berdasarkan peta geologi, Cekungan Jawa Barat Selatan termasuk dalam Lembar Jampang dan Balekambang (Sukanto, 1975), Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru (Koesmono dkk., 1996), Lembar Garut dan Pameungpeuk (Alzwar dkk., 1992), Lembar Tasikmalaya (Budhitrisona, 2010), dan Lembar Karangnunggal (Supriatna dkk., 1992) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian (BIG, 2018).

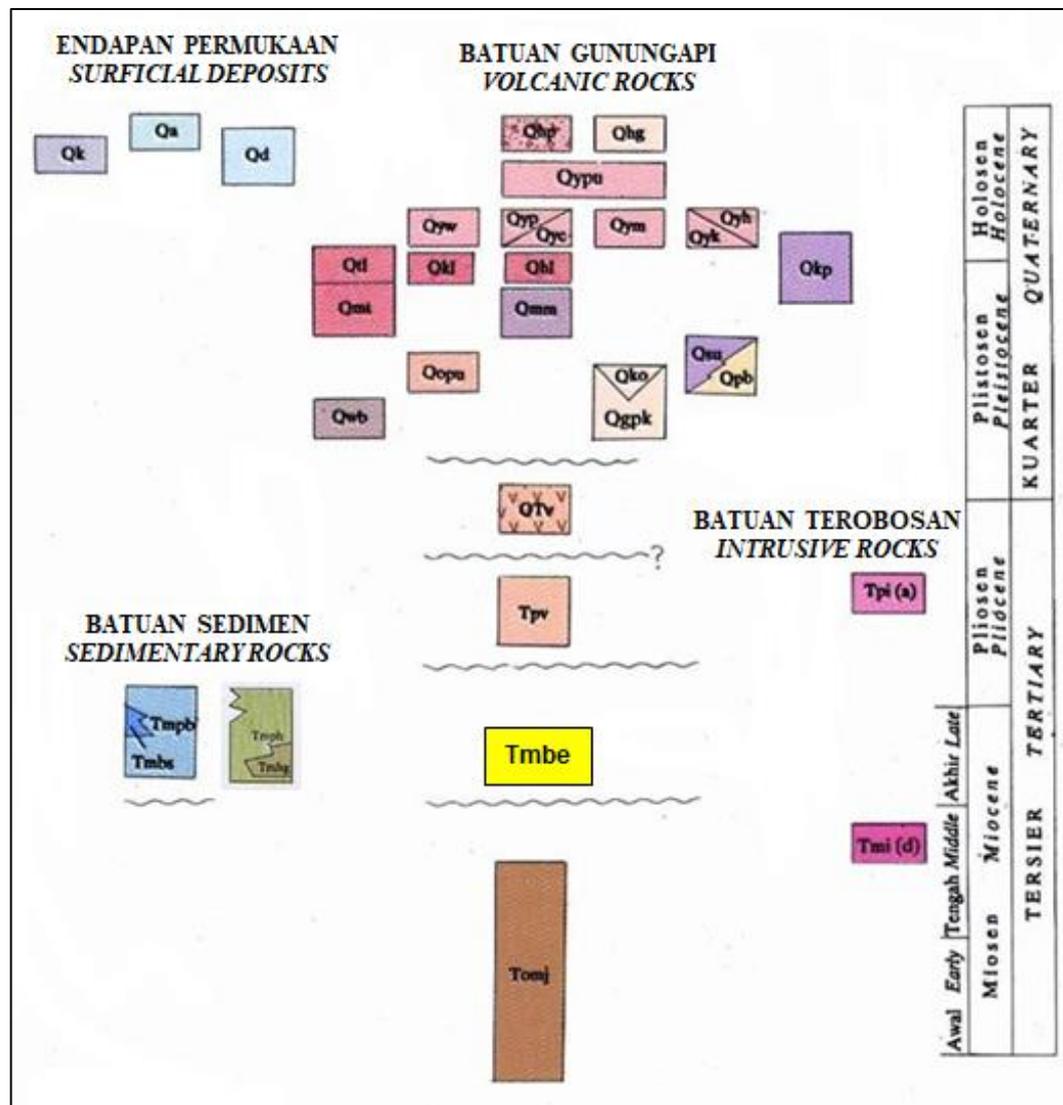
## 2.2 Geologi Regional dan Tektonik Daerah Penelitian

Peta geologi Jawa Barat Selatan ditunjukkan pada Gambar 2. Struktur geologi yang berkembang di Jawa Barat Selatan yaitu kekar, lipatan dan sesar (patahan). Formasi Bentang mempunyai lipatan berarah barat-timur dan baratlaut-tenggara, sedangkan Formasi Jampang mempunyai lipatan berarah utara-selatan dan baratlaut-tenggara. Sesar yang terdapat di Jawa Barat Selatan yaitu sesar normal dan sesar mendatar. Sesar normal dicirikan sebagai sesar Pegunungan Selatan yang merupakan bagian pembentukan depresi (Zona Bandung) dengan arah barat-timur. Sedangkan sesar normal dengan arah utara baratlaut- selatan tenggara terdapat di bagian tenggara daerah penelitian. Sesar mendatar sebagian besar berarah baratdaya-timurlaut, dan terdapat beberapa dengan arah baratlaut-tenggara dan barat-timur (Alzwar dkk., 1992). Tektonik Jawa Barat Selatan terjadi pada Zaman Tersier yang dipengaruhi oleh aktivitas penunjaman Lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Eurasia yang terjadi pada periode Oligosen Akhir sampai Miosen Awal / Miosen Tengah. Sehingga hasil dari aktivitas penunjaman Lempeng Samudera Hindia dan Lempeng Eurasia ini menghasilkan kegiatan gunungapi yang bersusunan andesit dan diikuti dengan sedimen karbonat pada laut dangkal (Alzwar dkk., 1992).



**Gambar 2.** Peta geologi Jawa Barat Selatan (dimodifikasi dari Sukanto, 1975; Koesmono dkk., 1996; Alzwar dkk., 1992; Budhitrisona, 2010; dan Supriatna dkk., 1992).

### 2.3 Stratigrafi Daerah Penelitian



**Gambar 3.** Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Selatan (Alzwar dkk., 1992).

Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Selatan ditunjukkan pada Gambar 3. Batuan dasar di dalam Cekungan Jawa Barat Selatan terdiri dari metamorfik terlipat dan tersesarkan kuat, unit-unit batuan beku dan sedimen marin dalam yang dikenal sebagai Kompleks Batuan *Melange* Ciletuh. Formasi Ciletuh terdiri dari batulempung kelabu, batupasir kuarsa, dan konglomerat kuarsa. Selain itu Formasi Ciletuh sering dijumpai bongkah ultrabasa dengan umur Eosen Akhir-Oligosen Awal. Formasi batuan penyusun daerah penelitian yaitu sebagai berikut.

### 1. Formasi Jampang

Formasi Jampang terdiri dari breksi gunungapi, lava dan tufa bersusunan andesit-basal, batupasir tufaan dengan sisipan batupasir, batulanau, batulempung dan batugamping. Formasi Jampang berada di sepanjang Pantai Selatan Jawa Barat. Bagian bawah Formasi Jampang berupa breksi yang komponen utamanya berupa andesit yang kaya akan hornblende sehingga disebut sebagai andesit amfibol (Martodjojo, 2003). Matriksnya berupa mikrolit dan gelas serta bersifat lepas-lepas (*loose*). Di atas breksi andesit terdapat tufa yang berlapis baik dengan komponen tufa dan breksi lava, andesit, batugamping, dan aliran lava. Pada bagian tengah Formasi Jampang terdapat fragmen batugamping pada breksi. Batugamping ini mempunyai ukuran yang beragam mulai dari 0,01 m sampai 1 m dan seringkali mengandung koral. Bagian atas terdiri dari breksi dengan sisipan lempung dan bergradasi menjadi lapisan pasir-lempung. Bagian teratasnya terdiri dari breksi yang berangsur menjadi batupasir. Formasi Jampang memiliki ketebalan melebihi 1000 m. Formasi Jampang diperkirakan berumur Miosen Awal sampai Miosen Tengah.

### 2. Formasi Bentang

Formasi Bentang terdiri dari batupasir tufan, tuf batuapung, batulempung, konglomerat dan lignit. Formasi Bentang dibagi menjadi 2 yaitu Formasi Bentang Bagian Bawah (Tmbl) dan Formasi Bentang Bagian Atas (Tmbu). Formasi Bentang bagian bawah terdiri atas batupasir, batulempung, batupasir gampingan, breksi tufa, batugamping, dan konglomerat. Sedangkan Formasi Bentang bagian atas terdiri atas tufa kristal, tufa abu, tufa batu, pada umumnya napalan dan berbatu apung. Kumpulan dari fosil, menunjukkan umur Miosen Akhir hingga Pliosen Awal dengan ketebalan sekitar 750 m.

### 3. Formasi Besar

Formasi Besar terdiri dari breksi andesit, breksi tuf, tuf kristal dan batulempung. Ukuran maksimal komponen breksi lebih dari 1 km. Lingkungan pengendapannya diperkirakan terdapat di darat-laut dangkal. Formasi Besar diperkirakan berumur Miosen Akhir dengan ketebalan kira-kira 750 m.

#### 4. Formasi Halang (Tmph)

Formasi Halang terdiri atas perselingan batupasir, batulempung, dan batulanau dengan sisipan breksi dan batupasir gamping. Formasi Halang memiliki ketebalan lebih dari 400 meter. Formasi Halang berumur Miosen Akhir.

#### 5. Breksi Tufaan (Tpv)

Breksi Tufaan merupakan satuan batuan gunungapi yang berumur Tersier (kala Pliosen) yang disusun oleh breksi, tuf, dan batupasir. Breksi Tufaan menindih tidak selaras Formasi Bentang dan tebal satuan sekitar 600-700 m.

#### 6. Satuan Batuan Gunungapi Kuarter Tua

Satuan ini terdiri dari produk gunungapi berumur Kuarter yang berasal dari beberapa sumber erupsi, yaitu: G. Waringin-Bedil-Malabar Tua (Qwb), Guntur-Pangkalan-Kendang (Qko, Qgpk), Sangianganjung (Qsu), Mandalawangi-Mandalagiri (Qmm), Malabar-Tilu (Qmt), Kancana-Huyung-Tilu (Qkl, Qhl, Qtl), Kracak-Puncakgede (Qkp), dan beberapa produk sekunder tak teruraikan berasal dari sumber erupsi gunungapi tua (Qopu). Produk gunungapi Kuarter tua terdiri dari produk primer berupa lava andesit (andesit piroksen, andesit hornblenda) sampai basalt, breksi tuff (dengan fragmen batuapung), tuff (tuff hablur halus-kasar dasitan), dan produk sekunder berupa breksi lahar (mengandung fragmen batuapung dan lava andesit sampai basalt).

#### 7. Satuan Batuan Gunungapi Kuarter Muda (Qy(w, p, c, m, h, k))

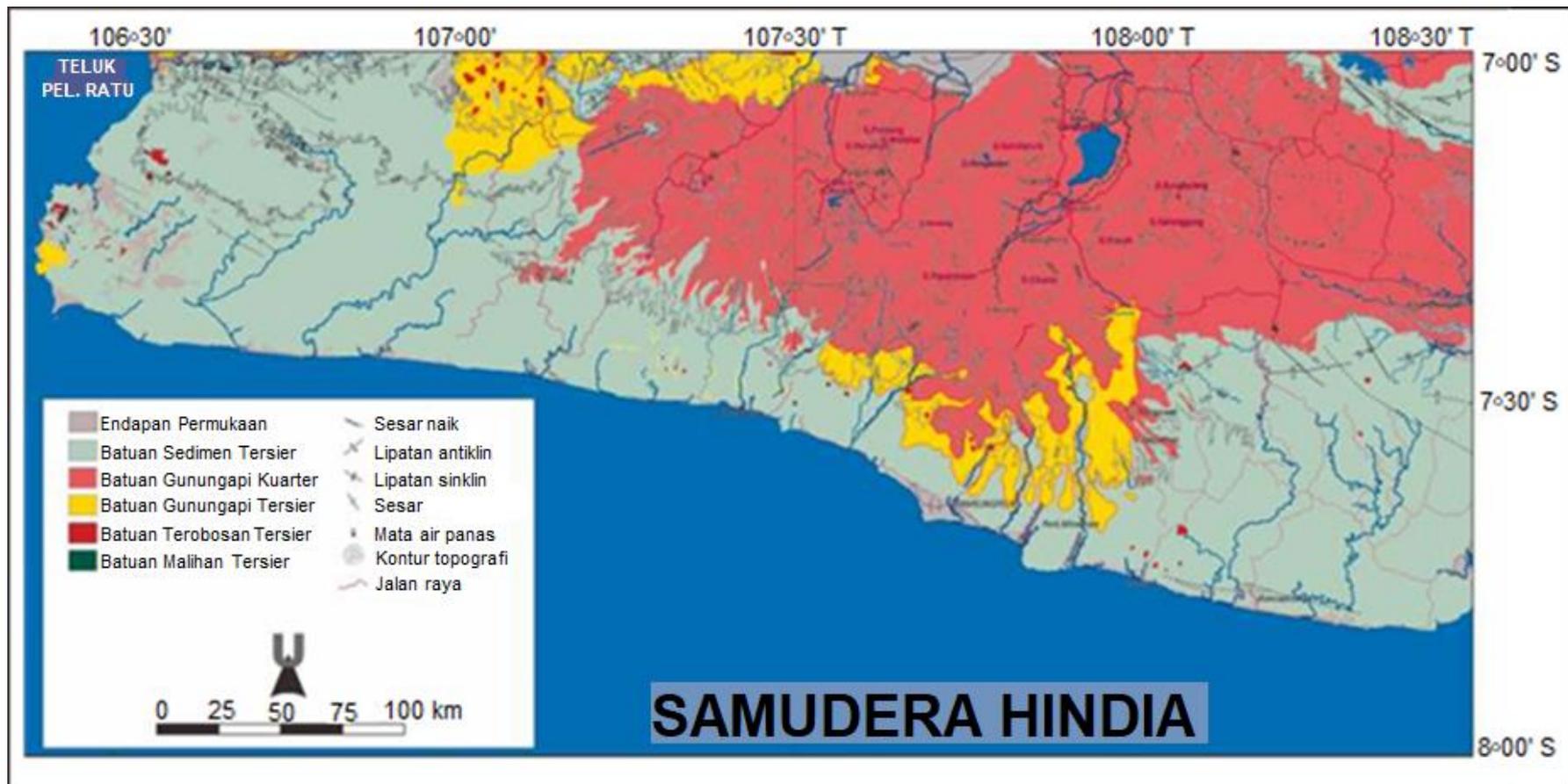
Satuan ini merupakan satuan batuan gunungapi berumur Kuarter yang bersumber dari gunungapi muda, yaitu: G.Wayang (Qyw), G.Windu (Qyw), G.Papandayan(Qyp), G.Cikuray (Qyc), G.Masigit (Qym), G.Haruman (Qyh), dan G.Kaledong (Qyk), dan beberapa produk gunungapi tak teruraikan (Qypu, Qhp, Qhg). Satuan ini terdiri dari produk gunungapi primer berupa lava andesit sampai basalt (basalt labradorit), tuff, dan piroklastik tak terkonsolidasi berupa abu gunungapi, lapili, eflata. Sedangkan produk sekunder terdiri dari breksi lahar dengan fragmen andesit sampai basalt.

#### 8. Satuan Endapan Permukaan

Satuan ini berumur paling muda (holosen) yang terdiri dari endapan kolovium (Qk), endapan danau (Qd), dan endapan alluvium (Qa). Endapan koluvium terdiri dari talus, rayapan, dan runtuh bagian tubuh kerucut gunungapi tua berupa bongkah

batuan beku, breksi tuff, dan pasir tuff (Qk). Endapan danau (Qd) terdiri dari lempung, lanau, pasir halus hingga kasar dan kerikil, umumnya bersifat tufaan. Alluvium (Qa) berupa lempung, lanau, pasir halus hingga kasar dan kerikil serta bongkah-bongkah batuan beku dan sedimen.

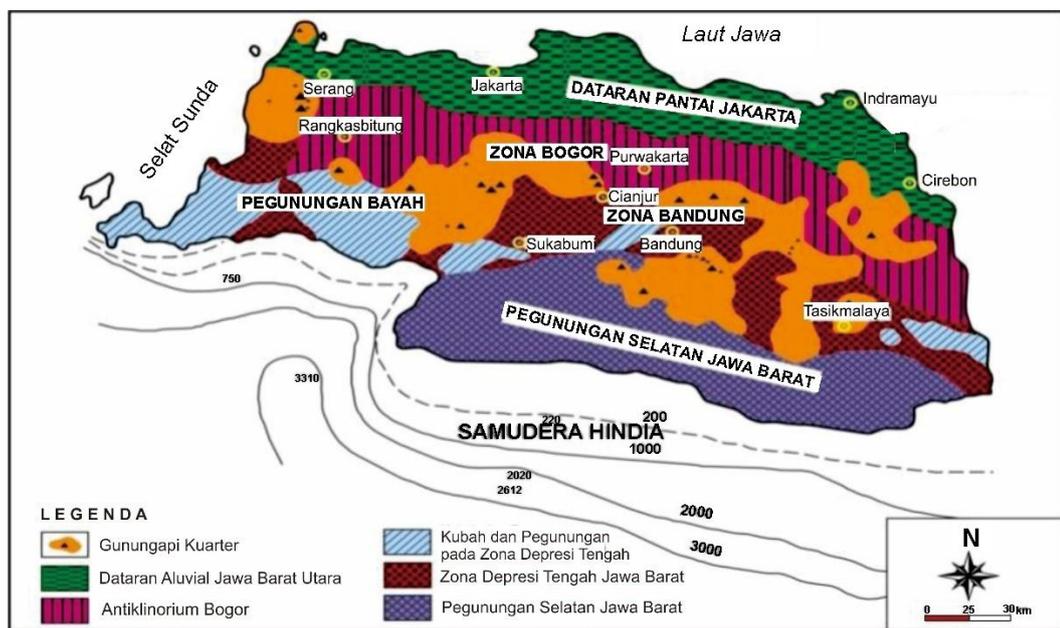
Subagio (2018) menyederhanakan tataan stratigrafi yang berhubungan dengan data gayaberat sehingga stratigrafi Jawa Barat Selatan dapat dikelompokkan ke dalam 6 satuan, seperti terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Tataan stratigrafi yang disederhanakan di daerah Pegunungan Selatan Jawa Barat (Subagio, 2018).

## 2.4 Fisiografi dan Morfologi Daerah Penelitian

Daerah Jawa Barat Selatan berada di zona fisiografi Pegunungan Selatan. Di bagian barat dibatasi oleh Cekungan Ujung Kulon, Sesar Cimandiri dan Tinggian Ciletuh. Sedangkan di bagian timur dibatasi oleh Cekungan Banyumas. Kemudian Jawa Barat Selatan di bagian utara di batasi oleh Zona Bandung dan bagian selatan berada pada Zona Pegunungan Selatan (Bemmelen, 1949). Zona Bandung batuan penyusunnya terdiri dari batuan vulkanik dengan umur Kuartar. Seperti terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Peta fisiografi daerah Jawa Barat (Van Bemmelen, 1949).

Morfologi daerah penelitian ini terbagi 4 satuan, yaitu kerucut gunungapi, pebukitan bertimbulan kasar, pebukitan menggelombang, dan pedataran.

1. Kerucut gunungapi menempati bagian utara dan tengah, tersusun oleh batuan gunungapi Kuartar, dengan puncak-puncaknya antara lain G.Malabar (2321 m), G.Papandayan (2622 m), G.Cikuray (2820 m), G.Kracak (1838 m), G.Sawal (1764 m), G.Sanggabuana (1721 m), dan G.Galunggung-Baturahong-Sadakeling (700-2000 m).
2. Pebukitan bertimbulan kasar menempati bagian selatannya, dan merupakan bagian dari Pegunungan Selatan Jawa Barat, tersusun terutama oleh batuan gunungapi Tersier Akhir (Pliosen) hingga Kuartar Tua. Puncak-puncaknya

antara lain G.Sorok (1416 m), G.Sembung (1230 m), G.Puncakgede (1801 m), G.Mandalagiri (1813 m), G.Cupu (1457 m), G.Harendong (1000 m), G.Dongeng (771 m), G.Taman (731 m), G.Gedebong (441 m), dan G.Parang (755 m).

3. Pebukitan menggelombang menempati daerah di bagian selatan daerah penelitian, dibentuk oleh batuan sedimen Tersier. Pebukitan ini pada umumnya rendah (dibawah 1000 m), dengan lereng yang tidak terjal. Puncak- puncaknya antara lain Pr.Sodongparat (116 m), Pr.Gintung (136 m), Pr.Genteng (284 m), Pr.Anggalasan (434 m), dan G.Kecapi (494 m).
4. Daerah pedataran menempati wilayah yang sempit, di sepanjang pantai selatan dan di antara kerucut gunungapi (di bagian tengah). Satuan pedataran tersusun oleh endapan pantai dan sungai, serta endapan rempah lepas gunungapi muda (Subagio, 2018).

## **2.5 Penelitian Sebelumnya**

Subagio (2018) telah melakukan penelitian di daerah Pegunungan Selatan untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan menggunakan metode gayaberat yang ditafsir dari Anomali Bouguer. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa Pegunungan Selatan Jawa Barat mempunyai nilai gradien anomali yang tinggi yaitu berkisar 4-8 mGal/km. Tingginya nilai gradien anomali tersebut di perkirakan merupakan pencerminan dari keberadaan sesar normal. Berdasarkan Anomali Bouguer, daerah Ciletuh mempunyai nilai anomali tinggi yaitu mencapai 240 mGal sedangkan anomali rendah mempunyai nilai berkisar 10 mGal yang terdapat di bagian utara daerah penelitian. Anomali tinggi diduga akibat adanya singkapan batuan ultrabasa di daerah Ciletuh dan anomali rendah diduga merupakan cekungan sedimen. Berdasarkan interpretasi secara kualitatif diperkirakan terdapat kelurusan sesar di sepanjang pantai selatan. Beberapa sesar aktif di Pegunungan Selatan mempunyai potensi negatif yang dapat menyebabkan bencana geologi yaitu Sesar Aktif Cimandiri, Sesar Aktif Legok Kole, Sesar Aktif Jati dan Sesar Aktif Cilalangka. Sedangkan potensi manifestasi panasbumi terdapat di Sungai Ciarinem dan Gunung Papandayan.

Gaffar (2017) telah melakukan penelitian mengenai struktur geologi bawah permukaan di Garut Selatan berdasarkan data elektromagnetik. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan model penampang 2D di Gunung Papandayan-Cijayana. Berdasarkan model tersebut nilai tahanan jenis dibagi menjadi tiga bagian yaitu tahanan jenis tinggi, tahanan jenis sedang dan tahanan jenis rendah. Nilai tahanan jenis tinggi dengan nilai berkisar antara 1024  $\Omega\text{m}$ -8192  $\Omega\text{m}$  di perkirakan merupakan batuan setamorfik atau batuan beku, nilai tahanan jenis sedang dengan nilai berkisar antara 128  $\Omega\text{m}$ -1024  $\Omega\text{m}$  di perkirakan sebagai batuan metamorf atau batuan sedimen yang telah tekompaksi, sedangkan nilai tahanan jenis yang rendah dengan nilai lebih kecil dari 128  $\Omega\text{m}$  diduga merupakan batuan sedimen lunak atau batuan alterasi. Struktur yang terdapat di Garut Selatan yaitu sesar naik dan sesar normal. Sesar naik berada di bagian selatan daerah penelitian sedangkan sesar normal berada di utara daerah penelitian yang berkaitan dengan potensi manifestasi panasbumi di Pegunungan Selatan Jawa Barat serta dapat berasosiasi dengan zona ekstensi.

### **III. TEORI DASAR**

#### **3.1 Metode Gayaberat**

Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika yang didasarkan pada pengukuran medan gravitasi. Pengukuran ini dapat dilakukan di permukaan bumi, di kapal maupun di udara. Dalam metode ini yang dipelajari adalah variasi medan gravitasi akibat variasi rapat massa batuan di bawah permukaan sehingga dalam pelaksanaannya yang diselidiki adalah perbedaan medan gravitasi dari suatu titik observasi terhadap titik observasi lainnya. Metode gayaberat umumnya digunakan dalam eksplorasi jebakan minyak (*oil trap*). Disamping itu metode ini juga banyak dipakai dalam eksplorasi mineral dan lainnya (Kearey dkk., 2002).

Prinsip pada metode ini mempunyai kemampuan dalam membedakan rapat massa suatu material terhadap lingkungan sekitarnya. Dengan demikian struktur bawah permukaan dapat diketahui. Pengetahuan tentang struktur bawah permukaan ini penting untuk perencanaan langkah-langkah eksplorasi baik minyak maupun mineral lainnya (Supriyadi, 2009).

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

##### **3.2.1 Hukum Newton: Gaya Tarik Menarik Antara Dua Partikel**

Dasar utama teori gaya berat adalah hukum Newton (Telford dkk., 1990). Teori mengenai gaya berat didasari pada hukum newton mengenai gaya tarik antara dua buah partikel atau massa benda (Nurwidyanto dkk., 2007). Gaya berat adalah penjabaran khusus dari Hukum Newton tentang percepatan benda yang menyatakan bahwa gaya antara dua benda bermassa  $m$  yang dipisahkan pada jarak  $r$  akan

berbanding lurus dengan perkalian massa dua benda tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari kedua pusat massa benda tersebut. Secara matematis dapat ditulis persamaan sebagai berikut :

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

dimana:

$\vec{F}$  : Gaya tarik antara  $M$  dengan  $m$  (N)

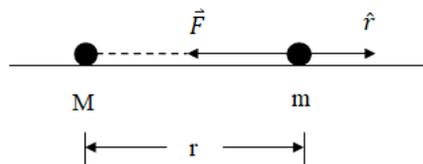
$Mm$  : Massa benda (kg)

$\vec{r}$  : Jarak antara dua buah benda (m)

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

$\hat{r}$  : Unit vektor dengan arah dari  $m_2$  menuju  $m_1$

Pada Persamaan (1) menyatakan gaya tarik menarik-menarik yang dialami benda  $m$  akibat benda  $M$ . Tanda negatif pada persamaan di atas menunjukkan bahwa gaya bekerja pada arah yang berlawanan terhadap gaya tarik kedua massa.



**Gambar 6.** Gaya tarik menarik antara dua buah benda (Telford dkk., 1990).

### 3.2.2 Percepatan Gravitasi

Percepatan gravitasi yang bervariasi atau berbeda di setiap tempat yaitu dipengaruhi oleh ketidakhomogenan bumi baik bentuk maupun *content*. Percepatan gravitasi merupakan gaya tarik suatu benda  $m_1$  (massa pegas pada gravimeter) dipermukaan bumi yang diakibatkan oleh keberadaan benda  $m_2$  (massa bumi =  $m$ ). Pada Hukum Newton kedua,  $F = m.a$  maka percepatan gravitasinya akan didapatkan dengan membagi  $F$  (gaya tarik menarik antara benda  $m_1$  dan  $m_2$ ) dengan  $m_1$  yaitu sebagai berikut.

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

Percepatan sebuah benda bermassa  $m_2$  yang disebabkan oleh tarikan benda bermassa  $m_1$  pada jarak  $r$  secara sederhana yaitu dinyatakan dengan:

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

Bila ditetapkan pada percepatan gaya tarik bumi persamaan di atas menjadi

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

Dimana:

$\vec{g}$  : Percepatan gaya tarik bumi ( $\text{m/s}^2$ )

$M$  : Massa bumi (kg)

$m$  : Massa benda (kg)

$\vec{F}$  : Gaya berat (N)

$r$  : Jari-Jari bumi (km)

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 gaya berat dalam kegiatan eksplorasi diberikan dalam orde miligal (mGall):

$$1 \text{ mGall} = 10^{-3} \text{ Gall} \quad (6)$$

$$1 \mu\text{Gall} = 10^{-6} \text{ mGall} = 10^{-9} \text{ Gall} = 10^{-9} \text{ m/s}^2 \quad (7)$$

$$1 \text{ mGall} = 10 \text{ g.u.} = 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (8)$$

Dalam satuan m.k.s, gravitasi diukur dalam g.u. (*gravity unit*) atau  $\mu\text{m/s}^3$  (Octonovrilna dan Pudja, 2009).

### 3.2.3 Potensial Gravitasi

Potensial gravitasi adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan suatu massa dari suatu titik ke titik tertentu. Suatu benda dengan massa tertentu dalam sistem ruang akan menimbulkan medan potensial di sekitarnya. Usaha yang didapatkan pada medan gravitasi tidak bergantung pada lintasan yang dilewatinya, namun bergantung pada posisi awal dan akhir, karena medan potensial memiliki sifat konservensial (Rosid, 2005). Potensial pada suatu titik yang terdapat pada medan gravitasi dinyatakan sebagai usaha yang dibutuhkan untuk dapat memindahkan satu massa ( $m$ ) dari jarak tak berhingga ke suatu titik tertentu dalam medan gravitasi bumi yang bermassa  $m$  adalah (Blakely, 1996):

$$V = Gmb \int_0^r \frac{dr}{r^2} \quad (9)$$

$$V = G \frac{m}{r^2} r \quad (10)$$

$$V = G \frac{mb}{r} \quad (11)$$

Dimana:

$V$  = Potensial gravitasi

$r$  = jarak (m)

$m$  = Massa Benda ( kg )

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

### 3.2.4 Rapat Massa Batuan

Rapat massa batuan (densitas) merupakan besaran fisik yang sangat penting dalam metode gayaberat. Pada perhitungan anomali Bouguer diperlukan harga rapat massa rata-rata di daerah survei. Variasi rapat massa pada batuan sedimen disebabkan oleh suatu tekanan gaya tektonik. Rapat massa batuan (densitas) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu rapat massa butir pembentuknya, kandungan

fluida yang mengisi pori-porinya, porositas, dan pemadatan akibat tekanan serta pelapukan yang dialami oleh batuan tersebut (Broto, 2001).

Berikut merupakan nilai variasi rapat massa batuan (Telford dkk., 1990) dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah.

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

Rock Type	Range (g/cm <sup>3</sup> )	Average (g/cm <sup>3</sup> )
Sediment (Wet)		
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	2.40
Limestone	1.93-2.90	2.55
Dolomite	2.28-2.90	2.70
Sedimentary rock (av.)		2.50
Igneous Rocks		
Rhyolite	2.35-2.70	2.52
Andesite	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
Peridotite	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
Serpentite	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

### 3.3 Koreksi Metode Gayaberat

Secara teoritis bumi dianggap bulat sempurna, homogen (sebaran densitasnya merata), dan tidak berotasi. Namun berdasarkan kenyataannya, bumi berbentuk *spheroid*, permukaannya tidak rata, dan berotasi. Bumi juga dipengaruhi gaya tarik benda di luar bumi yang meliputi Bulan dan Matahari. Oleh karena itu, gayaberat di permukaan Bumi dipengaruhi oleh faktor pasang surut, koordinat lintang, ketinggian, topografi dan variasi densitas bawah permukaan. Kemudian, pada metode gayaberat yang diharapkan adalah faktor variasi densitas bawah permukaan, sehingga faktor lainnya harus dikoreksi atau direduksi dari nilai pembacaan pada gravitometer.

#### 3.3.1 Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Koreksi pasang surut dilakukan untuk menghilangkan efek gaya tarik dari suatu benda yang berada di luar Bumi seperti Bulan dan Matahari. Dimana dilakukan dengan mengukur nilai gayaberat pada stasiun yang sama pada interval waktu tertentu. Bacaan gravitometer kemudian diplot terhadap fungsi waktu sehingga didapat suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung koreksi pasang surut. Harga koreksi pasang surut yaitu selalu ditambahkan pada pembacaan gayaberat.

$$G_t = G_{obs} + Tide_{obs} \quad (12)$$

Dimana :

$G_t$  = gayaberat yang telah terkoreksi pasang surut

$G_{obs}$  = gayaberat pembacaan

$Tide_{obs}$  = koreksi pasang surut

#### 3.3.2 Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Koreksi ini dilakukan karena adanya perbedaan pembacaan gayaberat pada stasiun (titik pengukuran) yang sama dengan waktu yang berbeda. Dimana disebabkan karena terdapat guncangan atau pergeseran pegas pada alat gravitometer.

Menghilangkan efek tersebut dilakukan dengan akuisisi data gayaberat yang didesain dalam suatu rangkaian tertutup (*loop*), sehingga besar penyimpangan tersebut dapat diketahui dan diasumsikan linier pada selang waktu tertentu. Harga koreksi *drift* pada masing-masing titik stasiun adalah sebagai berikut.

$$Drift_{(sn)} = \frac{(t_{sn} - t_b)}{(t_{b'} - t_b)} \cdot (G_{b'} - G_b) \quad (13)$$

dimana:

$Drift_{(sn)}$  = koreksi *drift* stasiun-n

$t_{sn}$  = waktu pembacaan stasiun-n

$t_b$  = waktu pembacaan stasiun *base* pada awal *loop*

$t_{b'}$  = waktu pembacaan stasiun *base* pada akhir *loop*

$G_b$  = nilai pembacaan stasiun *base* pada awal *loop*

$G_{b'}$  = nilai pembacaan stasiun *base* pada akhir *loop*

Koreksi *drift* selalu dikurangkan terhadap pembacaan gravitometer.

$$G_{td} = G_t - Drift \quad (14)$$

dimana:

$G_{td}$  = gayaberat terkoreksi pasang surut dan *drift*

$G_t$  = gayaberat terkoreksi pasang surut

### 3.3.3 Koreksi Udara Bebas (*Free-Air Correction*)

Koreksi udara bebas dilakukan karena adanya pengaruh variasi ketinggian terhadap medan gravitasi bumi sehingga perlu dilakukan penarikan titik pengukuran gravitasi ke standar permukaan yaitu *spheroid* referensi, dimana dilakukan untuk menarik bidang pengukuran agar kondisinya sama dengan *spheroid*. Koreksi ini dilakukan dengan asumsi bahwa harga gravitasi teoritis pada ketinggian (h) dari *mean sea level* akan selalu berkurang atau bertambah seperti berikut (Rosid, 2005).

$$FAC = -0.3086 h \text{ mGal} \quad (15)$$

Nilainya ditambahkan jika bidang atau titik pengukuran kita lebih tinggi (di atas bidang *spheroid*) yang artinya nilai gravitasi di *spheroid* akan lebih besar dibandingkan nilai gravitasi di titik pengukuran kita maka sebagai konsekuensinya kita perlu menambahkan atau memperbesar nilai gravitasi dibidang pengukuran kita agar sama dengan nilai gravitasi di *spheroid*, begitupun sebaliknya.

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

$$FAA = g_{obs} - g_{\varphi} + 0.3086 h \quad (16)$$

dimana:

$FAA$  = *Free Air Anomaly*

$g_{obs}$  = Gravitasi observasi

### 3.3.4 Koreksi Bouguer

Koreksi Bouguer ini dilakukan untuk menghilangkan efek massa batuan yang mengisi ruang antara titik pengukuran serta bidang acuan. Besar koreksi ini dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Blakely, 1996).

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

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

$$BC = 0.04191\rho h \quad (18)$$

dimana :

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

- $G$  : Konstanta Gravitasi ( $6,67 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{kg s}^3$ )  
 $\rho$  : Rapat massa batuan rata-rata ( $2,67 \text{ gr/cm}^3$ )  
 $h$  : Ketinggian (m)

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

Daerah yang memiliki topografi relatif datar yaitu cukup melakukan koreksi sampai dengan mendapatkan nilai anomali Bouguer sederhana. Akan tetapi, pada daerah topografi berbukit diperlukan koreksi medan. Koreksi medan ini diterapkan akibat dari pendekatan slab horizontal tidak berhingga, padahal berdasarkan kenyataan bumi tidak datar. Dengan adanya bukit dan lembah yang berdekatan dengan stasiun pengukuran akan menghasilkan gaya tarik antara pusat massa bukit atau pusat lembah yang merupakan massa kosong dengan pendulum gravimeter. Perhitungan koreksi medan dilakukan dengan menggunakan *Hammer chart*.

### 3.3.6 Anomali Bouguer

Anomali Bouguer adalah perbedaan antara nilai gayaberat observasi ( $g_{obs}$ ) dengan jumlah dari koreksi (koreksi *drift*, koreksi pasang surut, koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi Bouguer, dan koreksi *Terrain*). Dimana variasi dari anomali Bouguer yaitu 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). Anomali Bouguer ini yaitu menggambarkan persebaran dari gayaberat untuk memperkirakan gambaran kondisi bawah permukaan berdasarkan kontras rapat massa batuan. Nilai anomali Bouguer dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$BA = g_{obs} - g_{\phi} + FAC + BC + TC \quad (19)$$

dimana:

$g_{obs}$  : Harga gayaberat pengukuran di titik tersebut

*FAC* : *Free Air Correction*  
*BC* : *Bouguer Correction*  
*TC* : *Terrain Correction*

### 3.4 Analisis Spektrum

Analisis spektrum merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui estimasi kedalaman pada anomali regional dan residual dari data anomali Bouguer. Kemudian, pada analisis spektrum ini juga dapat digunakan untuk menentukan lebar jendela filter (*window filter*) yang akan dipakai dalam proses separasi anomali regional dan residual (Nugraha, 2016). Analisis spektrum ini yaitu dilakukan dengan cara *Transformasi Fourier* lintasan yang telah ditentukan pada peta kontur Anomali Bouguer Lengkap.

*Transformasi Fourier* sendiri merupakan suatu proses menyusun kembali atau mengurai suatu bentuk gelombang (fungsi) sembarang ke dalam suatu fungsi sinus (cosinus) dengan frekuensi bervariasi, kemudian hasil penjumlahan fungsi-fungsi sinus (cosinus) tersebut adalah bentuk fungsi aslinya (Kadir, 2000).

Spektrum diturunkan dari potensial yang teramati pada suatu bidang horizontal dimana *Transformasi Fourier* nya sebagai berikut (Blakely, 1996):

$$F(U) = \gamma \mu F\left(\frac{1}{r}\right) \text{ dan } F\left(\frac{1}{R}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0-z_1)}}{|K|} \quad (20)$$

Dimana

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

$U$  = potensial gayaberat

$\mu$  = anomali rapat massa

$\gamma$  = konstanta gayaberat

$r$  = jarak

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

$$g_z = Gm \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (21)$$

$$F(g_z) = GmF \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (22)$$

$$F(g_z) = Gm \frac{\partial}{\partial z} F \frac{1}{r} \quad (23)$$

*Transformasi Fourier* pada lintasan yang diinginkan adalah

$$F(g_z) = 2\pi Gme^{k(z_0 - z_1)}, \quad z_1 > z_0 \quad (24)$$

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

$$A = C e^{k(z_0 - z_1)} \quad (25)$$

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  $A = C e^{k(z_0 - z_1)}$ , sehingga bilangan gelombang  $k$  berbanding lurus dengan *spectral amplitude*.

$$\ln A = \ln 2\pi Gme^{k(z_0 - z_1)} \quad (26)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)|k| + \ln C \quad (27)$$

Persamaan di atas dapat dianalogikan dalam persamaan garis lurus:

$$y = mx + c \quad (28)$$

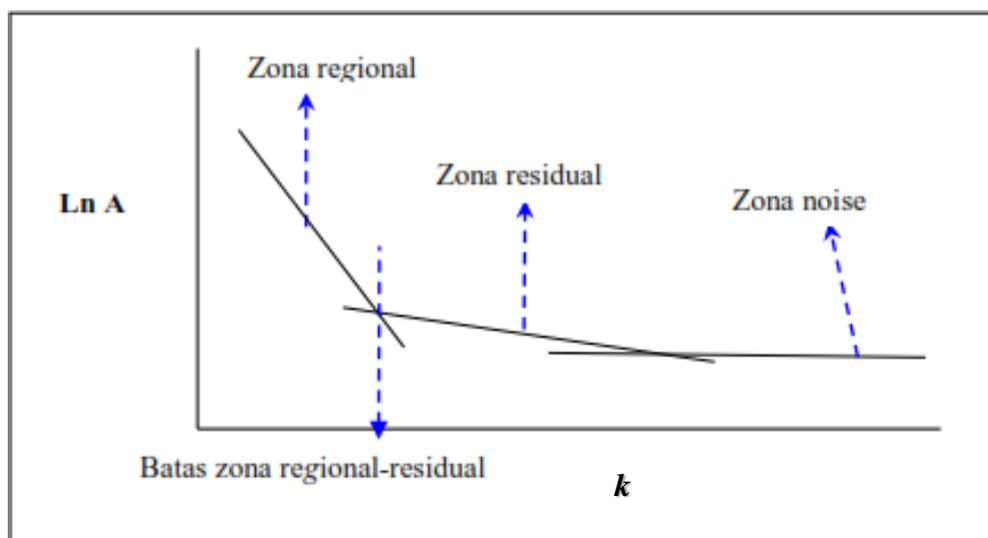
Dimana  $\ln A$  sebagai sumbu  $y$ ,  $|k|$  sebagai sumbu  $x$ , dan  $(z_0 - z_1)$  sebagai kemiringan garis (gradien). Oleh karena itu, kemiringan garisnya merupakan kedalaman bidang dalam serta dangkal  $|k|$  sebagai sumbu  $x$  didefinisikan dengan bilangan gelombang yang besarnya  $\frac{2\pi}{\lambda}$  serta satuannya *cycle/meter*, dengan  $\lambda$  adalah panjang gelombang. Hubungan  $\lambda$  dengan  $\Delta x$  diperoleh dari persamaan:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (29)$$

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

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (30)$$

Dimana  $\Delta x$  adalah domain spasi yang akan digunakan dalam *Fast Fourier Transform* (FFT), dan  $k_c$  adalah bilangan gelombang *cutoff*. Semakin besar nilai  $k$ , maka nilai frekuensi akan tinggi. Hubungan bilangan gelombang  $k$  dengan frekuensi  $f$  adalah  $k = 2\pi f$ , frekuensi yang sangat rendah berasal dari sumber anomali regional dan frekuensi tinggi berasal dari sumber anomali residual.



**Gambar 7.** Kurva  $\ln A$  terhadap  $k$  (Blakely, 1996).

### 3.5 Filter Butterworth

*Filter butterworth* merupakan filter untuk memisahkan antara anomali regional dan residual dengan menggunakan domain panjang gelombang. *Filter butterworth* umumnya digunakan untuk memisahkan antara sinyal utama dan sinyal *noise* yang secara teoritis memiliki bilangan gelombang yang berbeda. *Filter butterworth* memberikan nilai respon yang sedatar mungkin pada frekuensi yang dilewatkan (*passband*) dan nilai 0 pada frekuensi yang ditapis (*stopband*). Pada filter ini dapat dilakukan secara *highpass filter* maupun *lowpass filter* (Whitehead dan Musselman, 2007). Persamaan untuk *highpass filter* pada *filter butterworth* yaitu:

$$H(k_x, k_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\lambda(k_x, k_y)}{\lambda_0} \right]^{2n}} \quad (31)$$

Sedangkan persamaan untuk *lowpass filter* pada *filter butterworth* yaitu:

$$H(k_x, k_y) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{\lambda_0}{\lambda(k_x, k_y)} \right]^{2n}} \quad (32)$$

dimana:

$H$  = fungsi filter

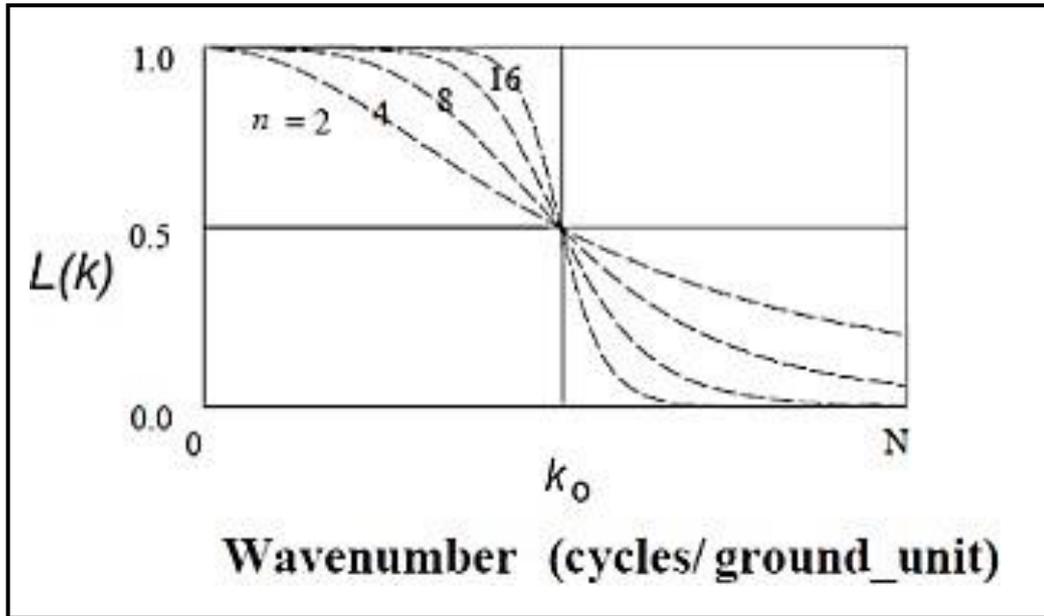
$\lambda$  = panjang gelombang

$\lambda_0$  = panjang gelombang batas

$k$  = bilangan gelombang

$n$  = derajat dari fungsi *filter butterworth*

*Highpass filter* merupakan filter yang meloloskan sinyal dengan frekuensi yang lebih tinggi daripada frekuensi yang telah ditentukan (*cutoff*) dan meredam sinyal yang frekuensinya lebih rendah daripada frekuensi *cutoff*. *Lowpass filter* adalah filter yang meloloskan sinyal dengan frekuensi yang lebih rendah daripada frekuensi *cutoff* dan meredam sinyal yang memiliki frekuensi lebih tinggi daripada frekuensi *cutoff*.



**Gambar 8.** Grafik *filter butterworth* terhadap nilai  $k$  (Whitehead dan Musselman, 2007).

### 3.6 Metode *First Horizontal Derivative* (FHD)

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 horisontal dari data gayaberat (Cordell, 1979).

Metode ini dapat digunakan untuk menggambarkan struktur bawah permukaan yang dangkal maupun dalam. Untuk menghitung nilai FHD dapat dilakukan dengan persamaan berikut (Blakely, 1996):

$$FHD = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2} \quad (33)$$

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

### 3.7 Metode *Second Vertical Derivative* (SVD)

*Second Vertical Derivative* (SVD) dilakukan untuk memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya yang digunakan untuk mendeteksi anomali yang disebabkan oleh struktur. Selain itu metode ini digunakan untuk memperjelas resolusi suatu peta kontur anomali agar semakin terlihat perbedaan nilai anomali yang dihasilkan serta dapat menentukan jenis patahan yang terlihat dengan cara mengambil garis *slice* sesuai dengan arah struktur patahan yang diinginkan. *Second Vertical Derivative* (SVD) ini yaitu diturunkan dari persamaan Laplace's. Adapun secara teoritis metode ini diturunkan dari persamaan Laplace's untuk anomali gayaberat di permukaan yang persamaannya yaitu sebagai berikut.

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (34)$$

atau :

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = 0 \quad (35)$$

sehingga *second vertical derivative* nya diberikan oleh:

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = -\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \quad (36)$$

Kemudian untuk data 1-D (data penampang) persamaannya yaitu sebagai berikut.

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} \quad (37)$$

Persamaan SVD data 1-D di atas menunjukkan bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat permukaan adalah sama dengan negatif dari derivatif orde dua horizon. Artinya bahwa anomali *second vertical derivative* dapat melalui derivatif horizontal yang secara praktis lebih mudah dikerjakan.

**Tabel 2.** 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

Metode SVD mengambil nilai turunan kedua dari anomali Bouguer sama dengan nol sebagai kontak dari kontras densitas antar dua lapisan batuan, dimana kontak tersebut dapat dikatakan sebagai struktur patahan ataupun intrusi (Sarkowi, 2010). Karakteristik patahan naik dan patahan turun dapat ditentukan berdasarkan nilai anomali SVD sebagai berikut:

Sesar naik:

$$\left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} maks \right| < \left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} min \right| \quad (38)$$

Sesar turun:

$$\left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} maks \right| > \left| \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} min \right| \quad (39)$$

### 3.8 *Forward Modelling dan Inverse Modelling*

*Forward modeling* (pemodelan ke depan) adalah suatu metode interpretasi yang dapat digunakan untuk memprediksi atau memperkirakan nilai densitas bawah permukaan dengan membuat terlebih dahulu benda geologi yang terdapat di bawah permukaan. Proses yang dilakukan pada *forward modeling* yaitu dengan membuat dan menghitung model awal yang berdasarkan pada perkiraan geologi dan geofisika kemudian membandingkannya dengan anomali dari hasil pengukuran sehingga kedua anomali tersebut berkorelasi (Blakely, 1996).

*Inverse modelling* atau pemodelan inversi adalah proses mekanisme modifikasi dari model agar mendapatkan kecocokan data perhitungan dan data pengamatan yang lebih baik yang dilakukan secara otomatis. Pemodelan inversi beroperasi dengan menggunakan suatu model yang dihasilkan langsung pada data. Pemodelan inversi

sering disebut data *fitting* atau pencocokan data karena tahapannya melakukan pencarian parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data pengamatan. Dari percobaan ini diharapkan mendapatkan respon model dan data pengamatan yang memiliki kesesuaian yang maksimal, dan ini akan menghasilkan model yang optimum. Tujuan dari proses inversi yaitu untuk dapat mengestimasi parameter pada batuan yang tidak diketahui sebelumnya (Rahma dan Wahyudi, 2014).



## 4.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Laptop
2. Peta Anomali Bouguer Lembar Karangnunggal, Lembar Tasikmalaya, Lembar Garut, Lembar Pameungpeuk, Lembar Sindangbarang dan Lembar Jampang.
3. Peta geologi daerah Jawa Barat Selatan
4. *Software Global Mapper*
5. *Software QGis 3.10*
6. *Software ArcGis V 10.3*
7. *Software Surfer 13*
8. *Software Oasis Montaj 8.3*
9. *Software Grablox 1.6e*

## 4.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 4.3.1 Anomali Bouguer Lengkap

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder yang berasal dari peta anomali Bouguer. Pola anomali Bouguer daerah Jawa Barat Selatan didapatkan dari peta anomali Bouguer skala 1:100.000, yang mencakup Lembar Karangnunggal, Lembar Tasikmalaya, Lembar Garut, Lembar Pameungpeuk, Lembar Sindangbarang dan Lembar Jampang yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G) Bandung. Jumlah titik pengukuran gayaberat sebanyak 1.134 titik pengukuran dengan jarak antar titik berkisar antara 1-4 km. Kemudian lembar peta anomali Bouguer tersebut dilakukan proses *georeferencing* dengan menggunakan *software Global Mapper*. Data anomali Bouguer didapatkan dengan mendigitasi 6 peta anomali Bouguer tersebut. Digitasi adalah proses pengambilan data dari sebuah peta. Proses digitasi dilakukan dengan menggunakan

*software Surfer 13*. Hasil digitasi tersebut lalu di *export* ke dalam *Microsoft Excel 2016*. Dari proses digitasi ini diperoleh 1.651 data anomali, lengkap dengan posisi bujur dan lintangnya. Kemudian data anomali tersebut dilakukan proses *gridding* menggunakan *software Oasis Montaj* untuk mendapatkan kontur anomali Bouguer pada daerah penelitian. Proses ini dilakukan dengan cara membuat data base baru lalu *import* data kemudian lakukan proses *gridding* dengan nilai *grid cell size* 2500 selanjutnya akan muncul peta anomali Bouguer.

#### **4.3.2 Analisis Spektrum**

Analisis spektrum dilakukan pada peta Anomali Bouguer Lengkap (ABL). Tujuan dilakukannya analisa spektrum ini adalah untuk mengestimasi kedalaman sebagai salah satu parameter pemodelan. Proses analisis spektrum seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan menggunakan bantuan *software Oasis Montaj*. Hasil analisis spektrum menunjukkan kedalaman maksimal dari anomali medan gravitasi yang diperoleh adalah sebesar 22,4 km. Kedalaman yang digunakan sebagai parameter pemodelan adalah sebesar 18,6 km untuk batas regional dan 2,2 km untuk batas residual dan menyesuaikan dengan lebar jendela *wavenumber* yang difilter.

#### **4.3.3 Pemisahan Anomali Regional dan Residual**

Pada dasarnya anomali gayaberat yang terukur di permukaan merupakan penjumlahan dari semua kemungkinan sumber anomali yang berada di bawah permukaan pada berbagai kedalaman, dimana salah satunya merupakan target interpretasi. Anomali Bouguer sederhana masih mengandung efek lokal dan regional yang akan mengganggu keakuratan hasil interpretasi. Untuk itu, anomali ini perlu dipisahkan antara efek residual (anomali lokal) dengan komponen regionalnya atau anomali regional (Nandi dan Karyanto, 2007). Proses *filtering* bertujuan untuk memisahkan sumber anomali yang menjadi target interpretasi dari sumber anomali lainnya. Pada peta Anomali Bouguer Lengkap terkandung efek anomali regional, anomali residual, dan *noise*. Anomali regional adalah anomali yang diakibatkan oleh struktur yang relatif dalam dan dicirikan dengan anomali

frekuensi rendah. Anomali residual adalah anomali yang diakibatkan oleh struktur yang relatif lebih dangkal dan dicirikan dengan anomali berfrekuensi tinggi. *Noise* merupakan gangguan atau *error* pada data yang dicirikan dengan panjang gelombang yang sangat besar.

Pemisahan anomali pada penelitian ini menggunakan metode filter frekuensi, yaitu filter yang digunakan untuk memisahkan anomali berdasarkan kelompok frekuensi atau panjang gelombang tertentu. Proses *filtering* dilakukan dengan bantuan *software Oasis Montaj*. Metode filter frekuensi diawali dengan mentransformasikan data yang berupa data spasial menjadi data frekuensi. Filter frekuensi yang digunakan adalah *filter butterworth* dan *bandpass filter*.

*Filter butterworth* adalah filter yang dapat diterapkan pada *high pass filter* dan *lowpass filter*. Kelebihan dari *filter butterworth* yaitu tidak adanya pemotongan sinyal, melainkan pelemahan sinyal secara bertahap. *Filter butterworth* digunakan untuk mendapatkan peta anomali regional yang ditunjukkan pada Gambar 9. Adapun batas bilangan gelombang pada *filter butterworth* dapat diamati melalui persamaan berikut.

$$L(k) = \frac{1}{1 + \left(\frac{k}{k_c}\right)^n} \quad (40)$$

dimana:

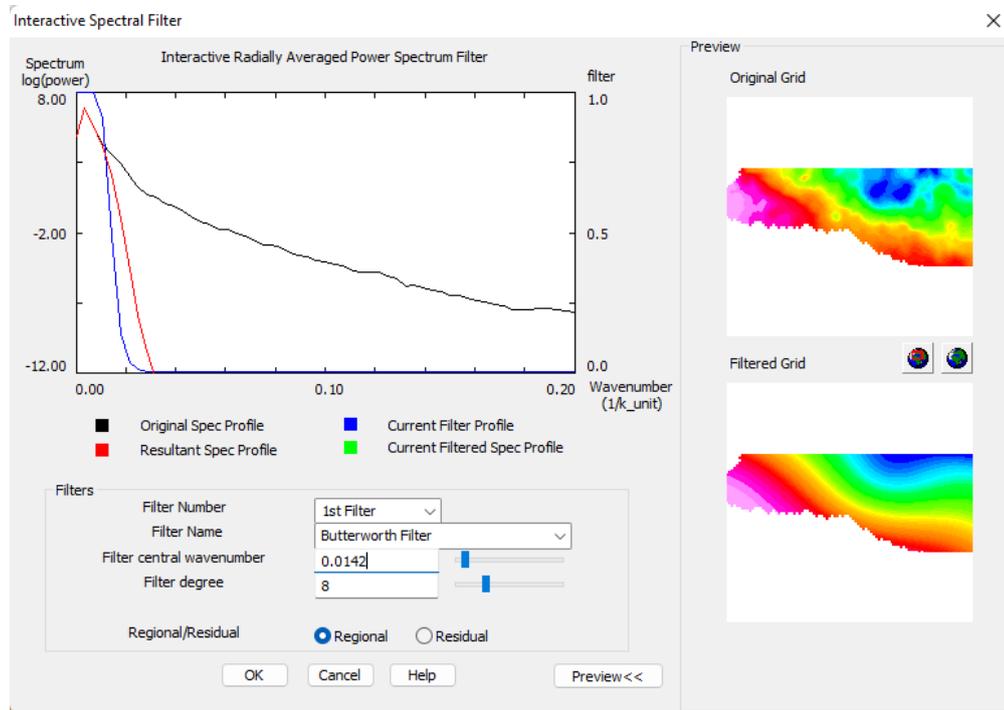
$k_c$  = center wavenumber (rad/m)

$k$  = bilangan gelombang (rad/m)

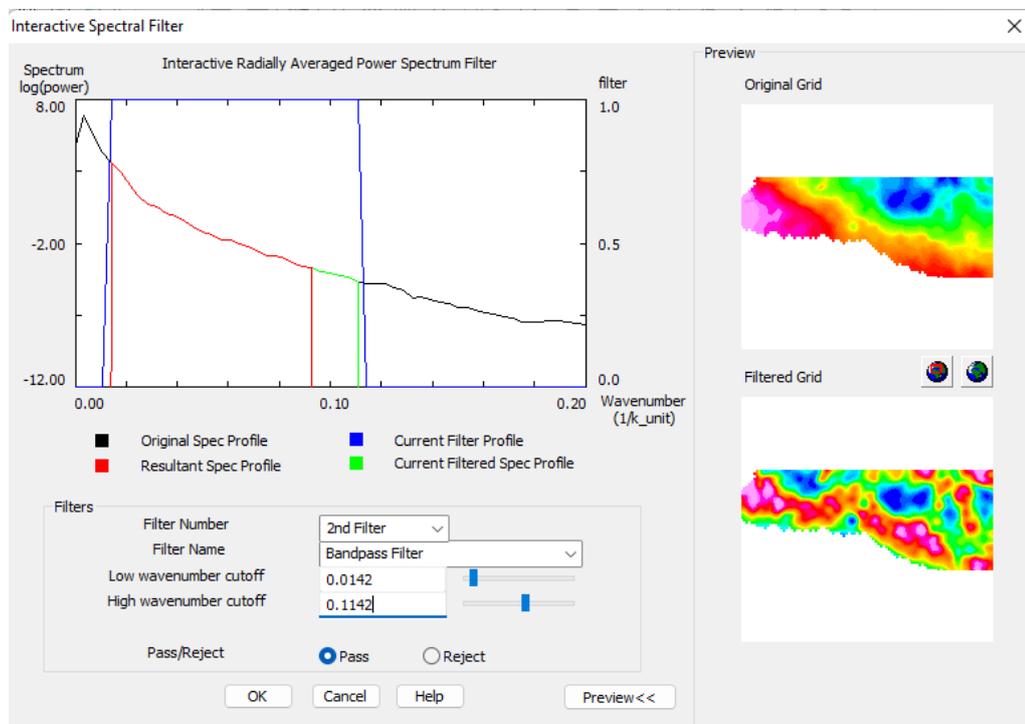
$n$  = fungsi pangkat

*Bandpass filter* adalah filter frekuensi yang meloloskan frekuensi pada *range* tertentu. *Bandpass filter* merupakan gabungan antara *highpass filter* dan *lowpass filter*. *Bandpass filter* akan meneruskan sinyal-sinyal dengan frekuensi antara (*median frequency*) dan menahan frekuensi di bawah dan di atas median tersebut. *Bandpass filter* digunakan untuk memotong sinyal *noise* yang masih terdapat pada

zona residual. *Bandpass filter* dilakukan untuk memperoleh peta anomali residual yang ditunjukkan pada Gambar 10.



**Gambar 9.** *Filter butterworth* untuk memperoleh peta anomali regional.



**Gambar 10.** *Filter bandpass* untuk memperoleh peta anomali residual.

#### 4.3.4 Analisis Derivative

Analisis *derivative* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD) dimana dilakukan dengan menggunakan metode Elkins yang diterapkan pada peta anomali residual untuk menentukan batas-batas struktur yang ada pada daerah penelitian. Dimana hasil dari pengolahan analisis *derivative* ini akan digunakan sebagai data pendukung analisis struktur bawah permukaan untuk mengetahui sebaran patahan daerah penelitian.

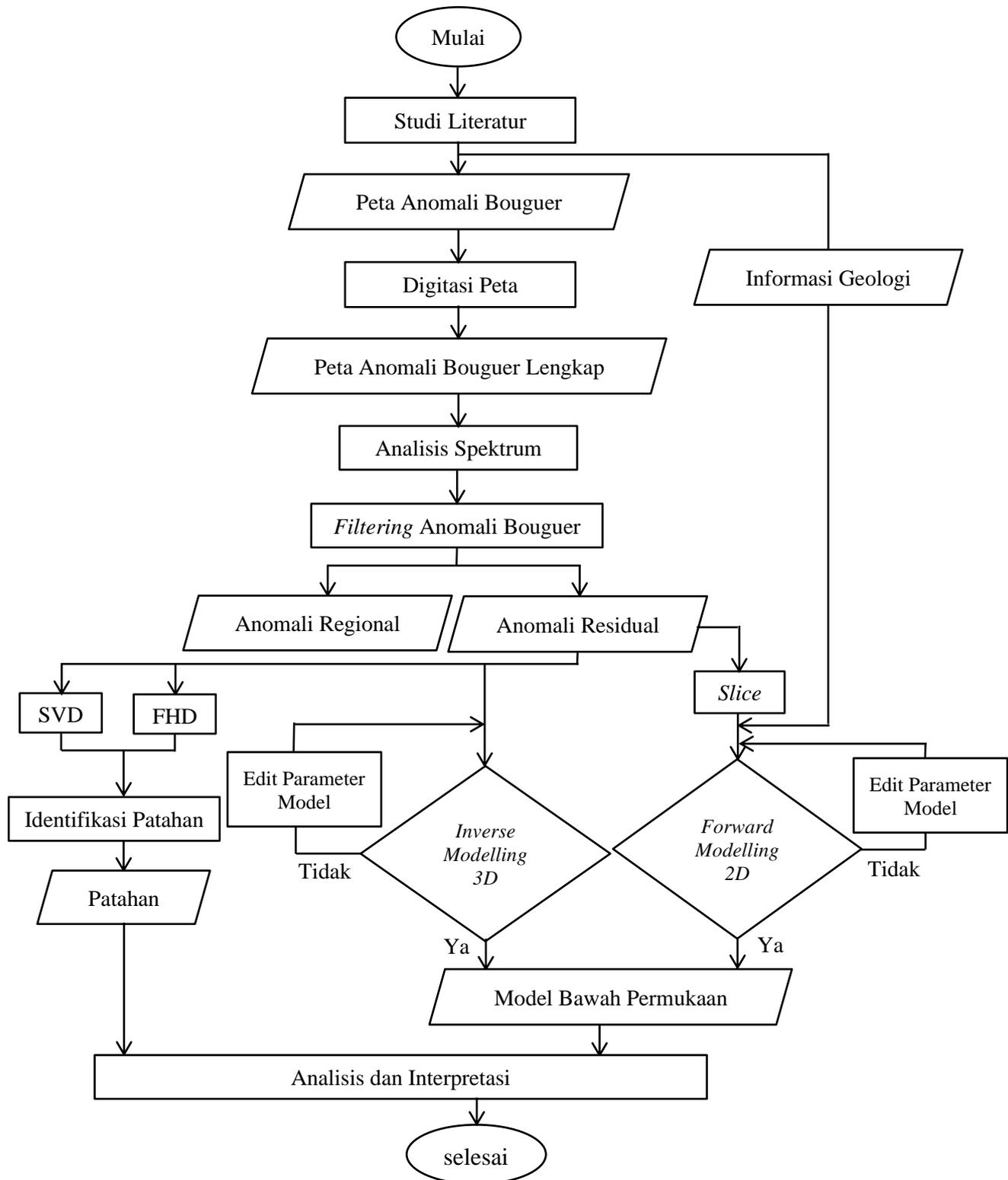
#### 4.3.5 Pemodelan Bawah Permukaan

Pemodelan bawah permukaan pada penelitian ini menggunakan metode *forward modelling* (pemodelan ke depan) 2D dan *inverse modelling* (pemodelan ke belakang) 3D dengan menggunakan *software Geosoft Oasis Montaj* dan *software Grablox 1.6e*.

Pengolahan *forward modelling* menggunakan *software Oasis Montaj* dengan menu GMSYS untuk memodelkan bawah permukaan berdasarkan parameter yang telah ditentukan pada daerah penelitian. Tahap awal dilakukan *input* data berupa anomali residual dan melakukan *slice* sesuai dengan patahan yang telah di analisis sebelumnya. Selanjutnya untuk menentukan litologi dan nilai densitas berdasarkan informasi kondisi geologi daerah penelitian dan studi literatur. Pengolahan *inverse modelling* menggunakan *software Grablox* dengan *input* data anomali residual. Sebelum melakukan input data terlebih dahulu membuat model awal dengan format (\*inp) kemudian untuk menampilkan model 3D dilakukan menggunakan *software Oasis Montaj*. Berdasarkan *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D tersebut selanjutnya akan dilakukan korelasi dan analisis untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah penelitian.

#### 4.4 Diagram Alir

Adapun diagram alir pada penelitian kali ini terdapat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Diagram alir.

## VI. KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada wilayah Jawa Barat Selatan kesimpulan yang didapat adalah:

- a. Berdasarkan perhitungan analisis spektrum didapatkan kedalaman zona anomali regional 18,6 km dan kedalaman zona anomali residual 2,2 km.
- b. Berdasarkan identifikasi pola anomali residual, FHD, dan SVD didapatkan adanya patahan dengan arah baratlaut – tenggara (NW-SE). Struktur patahan ini terdapat di bagian baratlaut, tengah dan tenggara daerah penelitian. Dari hasil analisis *derivative* didapatkan patahan naik dan patahan turun yang diperkirakan sebagai batas subcekungan.
- c. Hasil *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D bawah permukaan didapatkan gambaran kondisi bawah permukaan dimana terdapat beberapa patahan yang memiliki nilai densitas berkisar antara 2,1 g/cm<sup>3</sup> sampai 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas tinggi dipengaruhi oleh Formasi Jampang (Tomj) dan Formasi Bentang (Tmb) sedangkan nilai densitas rendah di pengaruhi oleh Batuan Gunungapi Muda G. Cikuray (Qyc) dan Formasi Beser (Tmbe).

### 6.2 Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan di Jawa Barat Selatan maka disarankan untuk melakukan pengukuran dan analisis menggunakan metode geofisika lainnya seperti Metode Magnetotellurik dan Metode Seismik agar mendapatkan hasil gambaran bawah permukaan yang lebih baik yang dapat memperkuat hasil interpretasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar, N. dan Bachri, S. 1992. *Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Badan Informasi Geospasial. 2018. *Portal pencarian dan integrasi informasi geospasial melalui Ina-SDI*. Diakses pada tanggal 19 Juli 2022, dari <https://tanahair.indonesia.go.id>.
- Blakely, R.J. 1996. *Potensial Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Broto, K.S. 2001. *Teori dan Aplikasi Metode Gravitasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Budhitrisna. 2010. *Peta Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- Gaffar, E.Z. 2017. Struktur Geologi Bawah Permukaan di Garut Selatan Berdasarkan Data Elektromagnetik. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. Vol.27, No.2, hal: 123-131.
- Haerudin, N. dan Karyanto. 2007. Aplikasi Metode Polinomial Least Square Berbasis Matlab untuk Memisahkan Efek Residual Anomali Regional pada Data Gravitasi. *Jurnal Sains MIPA*. Vol.13, No.1, hal: 32-36.
- Hamilton, W. 1974. *Map of Sedimentary Basins of the Indonesian region*. United States Geological Survey. USA.
- Kadir, W.G.A. 2000. *Eksplorasi Gayaberat dan Magnetik*. Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB. Bandung.
- Kearey, P., Brooks, M. dan Hill, I. 2002. *An Introduction to Geophysical exploration*. Blackwell Science.
- Koesmono, M., Kusnama, dan Suwarna, N. 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.

- Manrulu, R dan Wahyudi. 2014. Pembentukan Karakter Melalui Aplikasi Sains (Pemodelan 3D Anomali Gravitasi Magma Gunung Merapi dengan Software Grablox, Bloxer dan Rockwork. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Karakter*. Vol. 1 No. 1.
- Martodjojo, S. 1994. *Data stratigrafi, pola tektonik, dan perkembangan pada jalur anjakan-lipatan di pulau Jawa*. Kumpulan Makalah Seminar Geologi dan Tektonik Pulau Jawa, sejak akhir Mesozoik hingga Kuartar. Jurusan Teknik Geologi UGM. Yogyakarta. hal: 15 -25.
- Nainggolan, D.A., Hutubessy, S. dan Suharyono, S. 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Sindangbarang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi,. Bandung.
- Nasution, J. dan Pandu, D. 1994. *Peta Anomali Bouguer Lembar Tasikmalaya, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Nasution, J., Suharyono, S., Djaswadi, I. dan Otono, H.G. 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Garut, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Nugraha, P. 2016. Penentuan Kedalaman Optimum Anomali Gaya Berat dengan Metode Korelasi antara Analisis Spektrum dan Continuation Studi Kasus Semarang Jawa. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Progam Studi Fisika. Semarang.
- Nurwidyanto, M.I., Indriana, R.D. dan Darwis, Z.T. 2007. Pemodelan Zona Sesar Opak di Daerah Pleret Bantul Yogyakarta dengan Metode Gravitasi. *Jurnal Berkala Fisika*. Vol.10, No.1, hal: 65-70.
- Octonovrilna, L. dan Pudja, I. P. 2009. Analisa Perbandingan Anomali Gravitasi dengan Persebaran Intrusi Air Asin. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol.10, No.1, hal: 39-57.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Willey & Sons Ltd. England.
- Rohandi, U. dan Gunawan, W. 1990. *Peta Anomali Bouguer Lembar Jampang, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Rosid, S. 2005. *Gravity Method in Exploration Geophysics*. Universitas Indonesia. Depok.
- Sarkowi, M. 2010. Identifikasi Struktur Daerah Panasbumi Ulubelu Berdasarkan Analisis Data SVD Anomali Bouguer. *Jurnal Sains MIPA*. Vol. 16, No.2, hal: 111-118.

- Satyana, A.H. dan Armandita, C. 2004. Deepwater play of Java, Indonesia: Regional evaluation on opportunities and risks. *Proceedings International Geoscience Conference of Deepwater and Frontier Exploration in Asia and Australasia, Indonesian Petroleum Association and American Association of Petroleum Geologists*. Jakarta. hal: 293-320.
- Setiadi, I. dan Pratama, A.C. 2018. Pola Struktur dan Konfigurasi Geologi Bawah Permukaan Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Analisis Gayaberat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*. Vol.19, No.2, hal: 59-72.
- Subagio, Padmawidjaja, T., Mirnanda, E., Djaswadi, I. dan Budiman, I. 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Pameungpeuk, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Subagio. 2018. Struktur Geologi Bawah Permukaan Pegunungan Selatan Jawa Barat Ditafsir dari Anomali Bouguer. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*. Vol.19, No.4, hal: 187-200.
- Sukamto, R. 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Supriatna, S., Sarmili, L., Sudana, D. dan Koswara, A. 1992. *Peta Geologi Lembar Karangnunggal, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Supriyadi. 2009. Studi Gaya Berat Relatif di Semarang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol.5, No.1.
- Tasno, D. dan Djaswadi, I. 1995. *Peta Anomali Bouguer Lembar Karangnunggal, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi,. Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sherrif, R.E. 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University. USA.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. Gov. Printing office, Martinus Nijhoff. The Hague.
- Whitehead, N dan Musselman, C. 2007. *Tutorial: Montaj Magmap Filtering (2D Frequency Domain Processing of Potential Field Data Extention for Oasis Montaj 6.4)*. Geosoft Inc. Canada.