

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN  
ZONA PROSPEK RESERVOIR BERDASARKAN ANALISIS  
DATA GAYABERAT PADA WKP JABOI, KOTA SABANG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SUWANDI RAHMAN**

**1815051045**



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

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA  
PROSPEK RESERVOIR BERDASARKAN ANALISIS DATA  
GAYABERAT PADA WKP JABOI, KOTA SABANG**

**Oleh**

**SUWANDI RAHMAN**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2023**

## **ABSTRAK**

### **IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA PROSPEK RESERVOIR BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYABERAT PADA WKP JABOI, KOTA SABANG**

Oleh

**SUWANDI RAHMAN**

Panas bumi menjadi energi bersih utama yang dimanfaatkan saat ini dan salah satu persebarannya terletak pada WKP Jaboi yang berada di Kelurahan Jaboi, Nangroe Aceh Darussalam. Penelitian ini bertujuan mengetahui keberadaan struktur bawah permukaan serta zona prospek panas bumi dengan mengaplikasikan metode geofisika yaitu metode gayaberat. Analisis spektrum dilakukan terhadap anomali bouguer lengkap sehingga diperoleh kedalaman residual 500 meter serta kedalaman regional 3200 meter dan juga dilakukan *filtering* terhadap anomali bouguer lengkap dengan nilai lebar jendela ( $N$ ) 17 sehingga diperoleh anomali regional serta anomali residual pada daerah penelitian. Zona prospek keberadaan reservoir juga diperoleh berdasarkan keberadaan 11 struktur yang teridentifikasi dari pemodelan SVD serta FHD dan dengan model persebaran densitas diketahui bahwa persebaran densitas rendahnya  $1.8 \text{ gr/cm}^3$  sampai  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  dan densitas tingginya  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  sampai  $3.0 \text{ gr/cm}^3$  yang diindikasikan berpotensi sebagai zona prospek reservoir.

Kata kunci: WKP Jaboi, *Second Vertical Derivative*, Panas Bumi

## **ABSTRACT**

### **IDENTIFICATION A SUBSURFACE STRUCTURE AND RESERVOIR PROSPECT ZONE BASED ON GRAVITY ANALYSIS DATA ON GEOTHERMAL WORK AREA JABOI, SABANG CITY**

**By**

**SUWANDI RAHMAN**

Geothermal become a main clean energy that is utilized today and geothermal work area Jaboi in Aceh province be the one of distribution area. This research intends to find-out existence of subsurface structure and geothermal prospect zone by using gravity method part of geophysics method. Spectrum analysis be applied to complete bouguer anomaly thus obtaining residual depth 500 meter and regional depth 3200 meter and also filtering be applied to complete bouguer anomaly with (N) 17 thus obtaining regional anomaly and residual anomaly on research area. Reservoir existence of geothermal prospect zone thus obtaining based on identified 11 subsurface structure from SVD also FHD modelling and density distribution model thus obtaining distribution low density  $1.8 \text{ gr/cm}^3$ - $2.6 \text{ gr/cm}^3$  and high density  $2.6 \text{ gr/cm}^3$ - $3.0 \text{ gr/cm}^3$  and indicated has a potential as reservoir prospect zone.

Key words: Geothermal Work Area Jaboi, Second Vertical Derivative, Geothermal

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA PROSPEK RESERVOIR BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYABERAT PADA WKP JABOI, KOTA SABANG**

Nama Mahasiswa : **Suwandi Rahman**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1815051045**

Program Studi : **Teknik Geofisika**


Fakultas : **Teknik**




1. **Komisi Pembimbing**

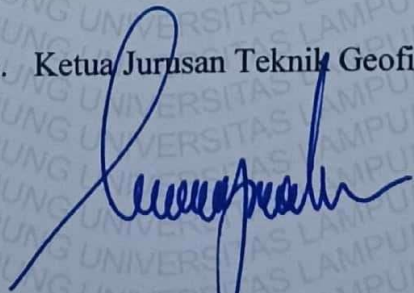
Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
**Dr. Ir. Muhammad Sarkowi, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197112101997021001

  
**Rustadi, S.Si., M.T.**  
NIP. 197205111997101002

2. **Ketua Jurusan Teknik Geofisika**

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

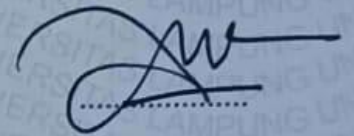
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

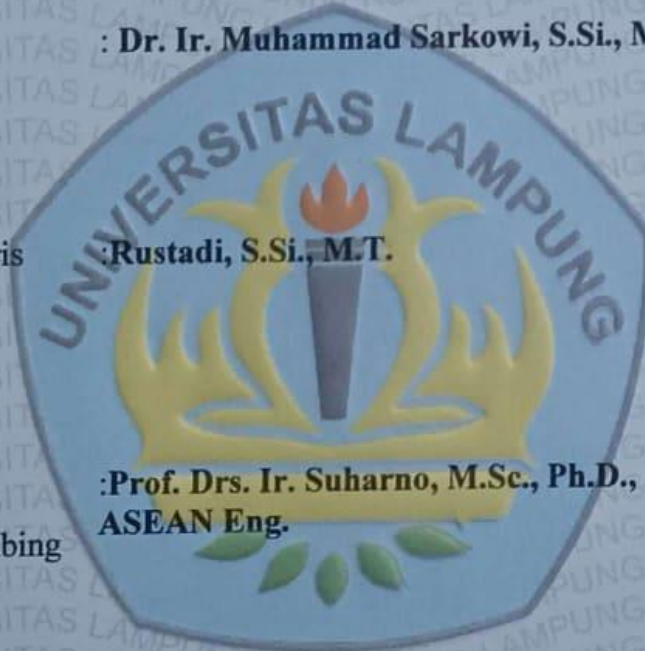
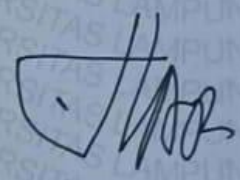
Ketua : **Dr. Ir. Muhammad Sarkowi, S.Si., M.Si.**



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



Penguji  
Bukan  
Pembimbing : **Prof. Drs. Ir. Suharno, M.Sc., Ph.D., IPU.,  
ASEAN Eng.**



### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**  
NIP. 19750928/200112 1002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **26 Juni 2023**



## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis didalam skripsi ini adalah hasil mandiri yang berdasarkan pengetahuan dan data yang telah penulis dapatkan. Karya ini tidak berisi material yang telah di publikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini penulis buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Kota Bandarlampung, 24 Juli 2023

Penulis,



**Suwandi Rahman**  
NPM. 1815051045

## RIWAYAT HIDUP



Suwandi Rahman, lahir di Kota Bandarlampung pada tanggal 24 Juli 1999. Anak ke 3 dari 5 bersaudara, dari pasangan Bapak Heriyadi dan Ibu Yuliani. Pendidikan yang telah ditempuh dimulai pada TK Asuhan Bunda Sukabumi Indah dan dilanjutkan di SD Negeri 1 Sukabumi Indah yang diselesaikan pada tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTs Negeri 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014 dan menengah atas pada SMA Negeri 13 Bandar Lampung dan dinyatakan lulus pada tahun 2017. Penulis memutuskan untuk rehat 1 tahun dan melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi pada tahun selanjutnya yaitu tahun 2018 yang tepatnya di Jurusan Teknik Geofisika, Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis aktif dalam banyak kegiatan ketika menjadi mahasiswa di perguruan tinggi, selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten pada beberapa praktikum yaitu Praktikum Geologi Dasar, Praktikum Geologi Struktur, Praktikum Perpetaan, Praktikum Sistem Informasi Geografis, Praktikum Metode Gayaberat dan lainnya. Penulis juga aktif pada kegiatan himpunan pada tingkat jurusan, fakultas maupun nasional serta penulis aktif dalam kegiatan relawan, menjadi



Brand Ambassador pada Millennial Campuss Ambassador yang diselenggarakan Yayasan Karya Anak Milenial Indonesia (KAMI Foundation) dan aktif kegiatan internship pada PT Berkat Bara Persada pada divisi Eksplorasi sebagai Junior Geologist.

Penulis melaksanakan Kerja Praktek pada tahun 2021 di Laboratorium Eksplorasi Sumberdaya Alam Teknik Geofisika Universitas Lampung dengan tugas akhir yang berjudul **“IDENTIFIKASI SUB-SUBCEKUNGAN DENGAN METODE GAYABERAT PADA BLOK WKP BIMA SAKTI ENERGI DI KABUPATEN WAYKANAN PROVINSI LAMPUNG”**. Pada akhir masa pendidikan penulis melakukan penelitian di Laboratorium Geofisika Geothermal Teknik Geofisika Universitas Lampung dengan penelitian yang berjudul **“IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAN ZONA PROSPEK RESERVOIR BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYABERAT PADA WKP JABOI, KOTA SABANG”**.

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah Puji syukur selalu Penulis panjatkan kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam atas segala Rahmat-Nya, Karunia-Nya serta Hidayah-Nya atas terselesaikannya skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini Penulis persembahkan untuk

### **AYAH DAN MAMAH TERCINTA**

#### **HERIYADI & YULIANI**

Yang selalu mendukung dan tiada hentinya untuk mendoakan segala hal yang terbaik atas semua proses yang telah dilewati.

### **KAKAK DAN ADIK TERSAYANG**

#### **HENI WAHYUNI, SITI CHAIRANI,**

#### **ARIFIN CHAIRANSYAH, & RAHMAD GHANY**

Yang selalu mendokan dan mendukung atas semua proses yang telah dilewati.

### **KELUARGA BESAR TEKNIK GEOFISIKA UNIVERSITAS LAMPUNG**

**Semua yang terlibat dalam proses pembuatan dan penyusunan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih banyak.**

*"Barang siapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barang siapa menginginkan akhirat, hendaklah ia menguasai ilmu. Dan barang siapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat), hendaklah ia menguasai ilmu,"*  
~ (HR Ahmad).

*"Meraih masa depan yang cerah tidak akan didapat dengan mudah, kamu harus mau berkorban untuk mendapatkan hal itu."*

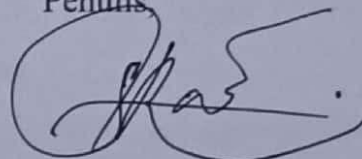
~ Prof. Dr.-Ing. Ir. H. Bacharuddin Jusuf Habibie, FREng.

## 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 dan Zona Prospek Reservoir Berdasarkan Analisis Data Gayaberat Pada WKP Jaboi, Kota Sabang". Adapun maksud dan tujuan dari penulisan Skripsi 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, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tidak menutup kemungkinan di dalam Skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya, serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Kota Bandarlampung, 24 Juli 2023

Penulis



**Suwandi Rahman**  
NPM. 1815051045

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada suri tauladan Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabatnya dan kita selaku umatnya akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Identifikasi Kaldera Gunung Api Bakauheni Berdasarkan DEMNAS dan Metode HVSR” merupakan Skripsi dari Penelitian yang dilakukan penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

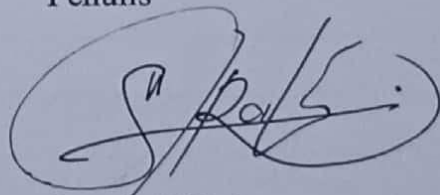
Adapun dalam penyelesaian Skripsi ini, terdapat banyak pihak yang terlibat, yang mana pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Heriyadi dan Ibu Yuliani yang selalu memberi doa, dukungan, motivasi dan selalu menyemangati.
2. Kakak dan adik tercinta, Heni Wahyuni, Siti Chairani, Arifin Chairansyah dan Rahmad Ghany yang telah memberi dukungan dan selalu memberi semangat.
3. Bapak Karyanto, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Sarkowi, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dan memberikan arahan, saran, kritik, masukan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.

6. Bapak Rustadi, S.Si., M.T. selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing dan memberikan arahan, saran, kritik, masukan serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Drs. Ir. Suharno, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku penguji yang telah meluangkan waktunya dan terimakasih untuk kritik, saran dan masukan-masukan pada seminar- seminar yang telah terlaksana.
8. Ibu Rahmi Mulyasari, S.Pd., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu mendukung penuh dalam segala kegiatan yang penulis laksanakan selama kegiatan perkuliahan berlangsung.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak ilmu dan wawasan serta staf akademik Jurusan Teknik Geofisika.
10. Keluarga Besar Teknik Geofisika 2018 yang sangat saya banggakan, yang telah memberikan bantuan, dukungan dan semangatnya selama penelitian ini berlangsung.
11. Terkhusus Faradico, Ari, Winona, Rafika dan Disa yang telah mendukung penuh, mendoakan dan semangatnya dalam pelaksanaan penelitian ini serta membantu penulis dalam pembuatan laporan berlangsung.
12. Semua pihak yang terlibat selama penyusunan Skripsi ini yang telah memberikan kesempatan, bantuan dan pengalaman yang sangat luar biasa. Penulis ucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, 24 Juli 2023

Penulis



**Suwandi Rahman**  
**NPM. 1815051045**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</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.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Lokasi Penelitian .....	4
2.2. Geologi Regional.....	5
2.3. Topografi.....	6
2.4. Stratigrafi.....	7
2.4.1. Batuan Sedimen Tersier .....	8
2.4.2. Satuan Batuan Vulkanik Tua Pulau Weh.....	8
2.4.3. Satuan Batuan Vulkanik Muda .....	9
2.4.4. Batugamping Terumbu (Qgt).....	13
2.4.5. Aluvial (Qa) .....	13
2.5. Struktur dan Sistem Patahan .....	13
2.6. Penelitian Terdahulu .....	17
<b>III. TEORI DASAR.....</b>	<b>22</b>
3.1. Metode Gayaberat .....	22
3.2. Konsep Dasar Gayaberat .....	22
3.3. Rapat Massa Batuan ( <i>Density</i> ) .....	24
3.4. Pengolahan Data Gayaberat .....	25

3.4.1.	Koreksi Variasi Temporal .....	26
3.4.2.	Koreksi Variasi Spasial .....	27
3.4.3.	Anomali <i>Bouguer</i> Lengkap .....	32
3.5.	Analisis Spektrum .....	33
3.6.	<i>Filter Moving Average</i> .....	37
3.7.	<i>First Horizontal Derivative</i> (FHD) .....	38
3.8.	<i>Second Vertical Derivative</i> (SVD) .....	39
3.9.	<i>Inverse Modelling</i> .....	41
<b>IV.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>43</b>
4.1.	Tempat dan Waktu Penelitian .....	43
4.2.	Alat dan Bahan .....	43
4.3.	Prosedur Penelitian .....	44
4.4.	Diagram Alir .....	47
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN</b> .....	<b>50</b>
5.1.	Kesimpulan .....	50
5.2.	Saran .....	51
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>52</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>86</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian.....	4
2. Peta Geologi Pulau Weh (Modifikasi dari Dirasutisna & Hasan, 2005).....	5
3. Peta topografi daerah penelitian (Badan Informasi Geospasial, 2018).....	6
4. Stratigrafi pada Pulau Weh (Modifikasi dari Dirasutisna & Hasan, 2005).....	7
5. Pola struktur geologi pada Pulau Weh (Modifikasi dari Dirasutisna & Hasan, 2005).....	14
6. Respon anomali gayaberat.....	23
7. Koreksi lintang (Reynolds, 1997).....	28
8. Relasi antara geoid dan elipsoid (Long & Kaufmann, 2013).....	29
9. Koreksi <i>Bouguer</i> (Fairhead, 2016).....	30
10. Koreksi medan dengan lembah yang kekurangan massa dan bukit yang kelebihan massa (Long & Kaufmann, 2013).....	31
11. Kurva LnA terhadap k (Blakely, 1996).....	37
12. Diagram Alir.....	47
13. Peta anomali Bouguer lengkap daerah penelitian.....	51
14. Lintasan analisis spektrum pada peta anomali Bouguer lengkap.....	52
15. Grafik analisis lintasan A-A' terhadap K vs LN A.....	53
16. Grafik analisis lintasan B-B' terhadap K vs LN A.....	54
17. Grafik analisis lintasan C-C' terhadap K vs LN A.....	55
18. Grafik analisis lintasan D-D' terhadap K vs LN A.....	55
19. Peta anomali Bouguer regional daerah penelitian.....	57
20. Peta anomali Bouguer residual daerah penelitian.....	59
21. Peta <i>second vertical derivative</i> tipe Elkins daerah penelitian.....	61
22. Peta <i>slicing second vertical derivative</i> tipe Elkins daerah penelitian.....	62

23. Korelasi grafik SVD dan FHD pada lintasan S1.....	63
24. Korelasi grafik SVD dan FHD pada lintasan S2.....	64
25. Korelasi grafik SVD dan FHD pada lintasan S3.....	64
26. Korelasi grafik SVD dan FHD pada lintasan S4.....	65
27. Korelasi grafik SVD dan FHD pada lintasan S5.....	66
28. Model 3 dimensi distribusi densitas pada daerah penelitian.....	68
29. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 0 meter.....	70
30. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 500 meter.....	71
31. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 1000 meter.....	72
32. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 1500 meter.....	73
33. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 2000 meter.....	74
34. Distribusi densitas slicing horizontal kedalaman 2500 meter.....	75
35. <i>Slicing</i> vertikal pada lintasan S1 model distribusi densitas.....	77
36. <i>Slicing</i> vertikal pada lintasan S2 model distribusi densitas.....	78
37. <i>Slicing</i> vertikal pada lintasan S3 model distribusi densitas.....	79
38. <i>Slicing</i> vertikal pada lintasan S4 model distribusi densitas.....	80
39. <i>Slicing</i> vertikal pada lintasan S5 model distribusi densitas.....	82
40. Model 2 dimensi sistem panas bumi daerah jaboi (Zarkasyi, 2010).....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Sebelumnya.....	20
2. Nilai densitas batuan (Telford et al., 1990).....	24
3. Koefisien ketiga tipe filter SVD (M. Sarkowi, 2010).....	41
4. Pelaksanaan kegiatan penelitian.....	48
5. Rata-rata kedalaman zona regional dan kedalaman zona residual.....	56
6. Rata-rata nilai bilangan gelombang ( $k_c$ ) dan lebar jendela ( $N$ ).....	56
7. Jenis sesar berdasarkan nilai maksimal dan minimal SVD.....	67
8. Tabel 8. Data lintasan pada anomali residual, SVD serta FHD.....	92

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Panas bumi menjadi energi bersih yang utama yang dapat dimanfaatkan pada masa kini. Pada Kelurahan Jaboi terdapat kawasan panas bumi atau yang dikenal sebagai daerah panas bumi Jaboi atau WKP Jaboi yang dibuktikan dengan banyaknya manifestasi yang sebagian besar berada di Pulau Weh, hal ini dikarenakan gunung api di kompleks Jaboi terdapat di Pulau Weh yang merupakan pulau vulkanik dengan arah yang sama dengan struktur sesar semangko. WKP Jaboi menjadi salah satu dari 3 kawasan panas bumi yang ada di Nangroe Aceh Darussalam, yang di antara lainnya yaitu WKP Geureudong dan WKP Seulawah Agam. Dengan status sedang dilaksanakannya kegiatan eksplorasi, WKP Jaboi memiliki luas sebesar 6.949Ha (Direktorat Panas Bumi et al., 2017). Terdapat beberapa karakteristik secara umum pada sistem panas bumi yang diantaranya yaitu Sumber Panas, Reservoir, Lapisan Penudung dan juga Fluida Panas (Zarkasyi et al., 2011) Selain itu pula dalam hal ini perlunya mengetahui struktur patahan di bawah permukaan pada WKP Jaboi.

Struktur patahan atau sesar di bawah permukaan menjadi salah satu hal penting dalam pengontrolan sistem panas bumi, dikarenakan patahan terjadi merupakan akibat dari adanya gaya dari dalam bumi yang menggerakkan lapisan-lapisan batuan di bawah permukaan sehingga terjadinya patahan pada lapisan tersebut juga memungkinkan patahan tersebut menjadi celah ruang sebagaimana yang berfungsi untuk fluida hydrothermal sehingga dapat bergerak naik hingga permukaan. Adanya patahan memiliki nilai positif maupun negatif bagi kehidupan manusia,

bentuk dari patahan jika terlihat hingga permukaan memiliki nilai keunikan sendiri sehingga dapat dijadikan wisata geologi dalam keperluan edukasi maupun dalam kegiatan rekreasi. Tidak hanya itu, patahan juga dapat menjadi perangkap paling utama dalam naiknya hidrokarbon dari daerah yang lebih rendah menuju daerah yang lebih tinggi, dalam kasus lain juga patahan dapat menjadi jalur Bergeraknya magma menuju permukaan yang membawa mineral-mineral penting yang salah satunya yaitu logam, begitu juga jalur tersebut menjadi vein atau tempat bersarangnya magma yang mendingin dengan mineral-mineral logam yang berkemungkinan salah satunya yaitu emas. Namun disisi lain patahan dapat mengakibatkan gempa tektonik yang disebabkan oleh proses terjadinya patahan sendiri yang menghasilkan energi dari dalam bumi (endogen) sehingga getaran atau gempa yang terjadi mengakibatkan kerusakan pada permukaan yang berpotensi merusak pemukiman maupun lahan warga.

Metode Gayaberat digunakan dalam pemodelan bentuk struktur bawah permukaan dikarenakan metode gayaberat ini adalah salah satu metode geofisika yang didasarkan pada variasi nilai dari medan gravitasi bumi yang disebabkan oleh adanya variasi nilai densitas pada setiap batuan (Jarut et al., 2021). Proses yang dilakukan dalam mengidentifikasi strukturnya yaitu melalui pendekatan dengan *Second Vertical Derivative (SVD)* terhadap data gayaberat ini. Dalam melihat batas anomali metode SVD dapat melihat batasan anomali secara vertikal dan juga svd dapat digunakan dalam mengidentifikasi jenis struktur (Bott, 1962). kemudian dengan menjutkan pada tahap pemodelan 3D agar kondisi bawah permukaan pada daerah penelitian dapat terlihat lebih baik secara visual dengan mengkorelasikannya dengan data informasi geologi yang ada untuk mengurangi keambiguitasan data.

## **1.2. Tujuan**

Tujuan dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut

1. Menentukan kedalaman dari zona anomali residual dan zona anomali regional berdasarkan analisis spektral

2. Menganalisa keberadaan struktur dan/atau patahan dari data yang telah diproses berdasarkan *First Horizontal Derivative (FHD)* serta *Second Vertical Derivative (SVD)*.
3. Mendapatkan model distribusi densitas bawah permukaan berdasarkan inversi modeling 3D data gayaberat dan 3D sistem panas bumi.
4. Mengetahui zona prospek reservoir berdasarkan hasil pemodelan gayaberat yang dikorelasikan dengan model geologi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data konvensional dari suatu pengukuran yang berupa UTM X dan UTM Y, serta data Anomali *Bouguer* Lengkap.
2. Pemisahan anomali regional dan residual dengan menggunakan metode *Filter Moving Average*.
3. Pemodelan yang digunakan yaitu *Inverse Modelling (3D)*, *First Horizontal Derivative (FHD)* serta *Second Vertical Derivative (SVD)*.

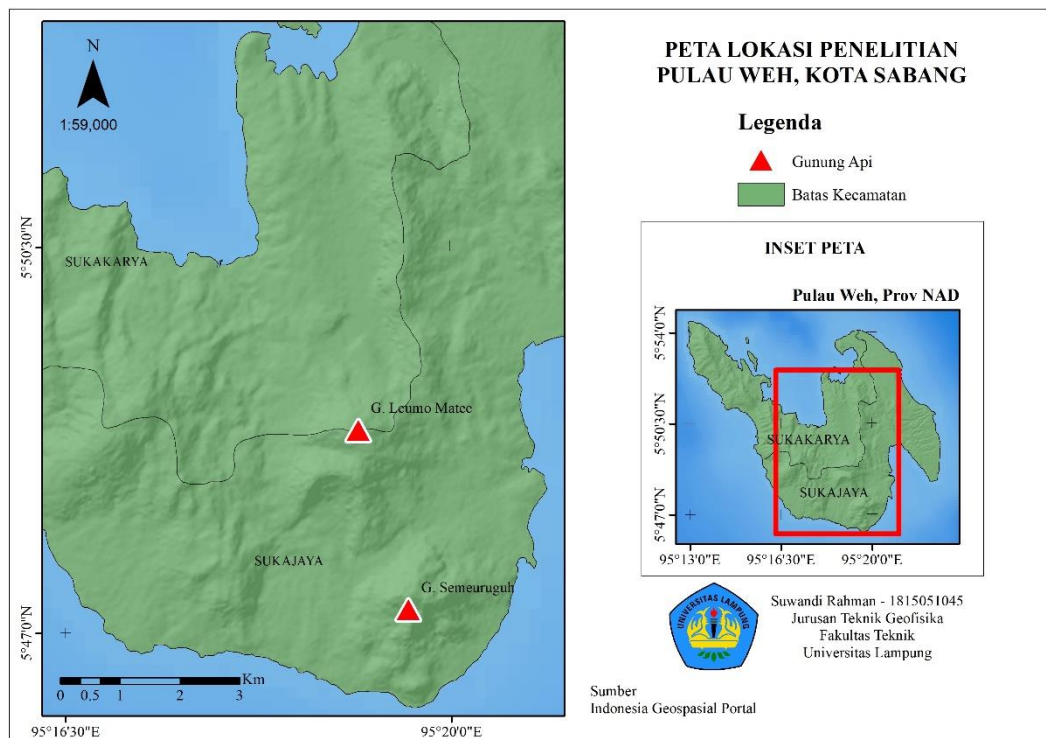
### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para peneliti yang menggunakan metode gaya berat yang dikemudian hari digunakan sebagai acuan atau referensi dalam mendukung penelitiannya serta penelitian ini diharapkan dapat membantu teman-teman mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran maupun referensi dalam kegiatan lapangan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Lokasi Penelitian

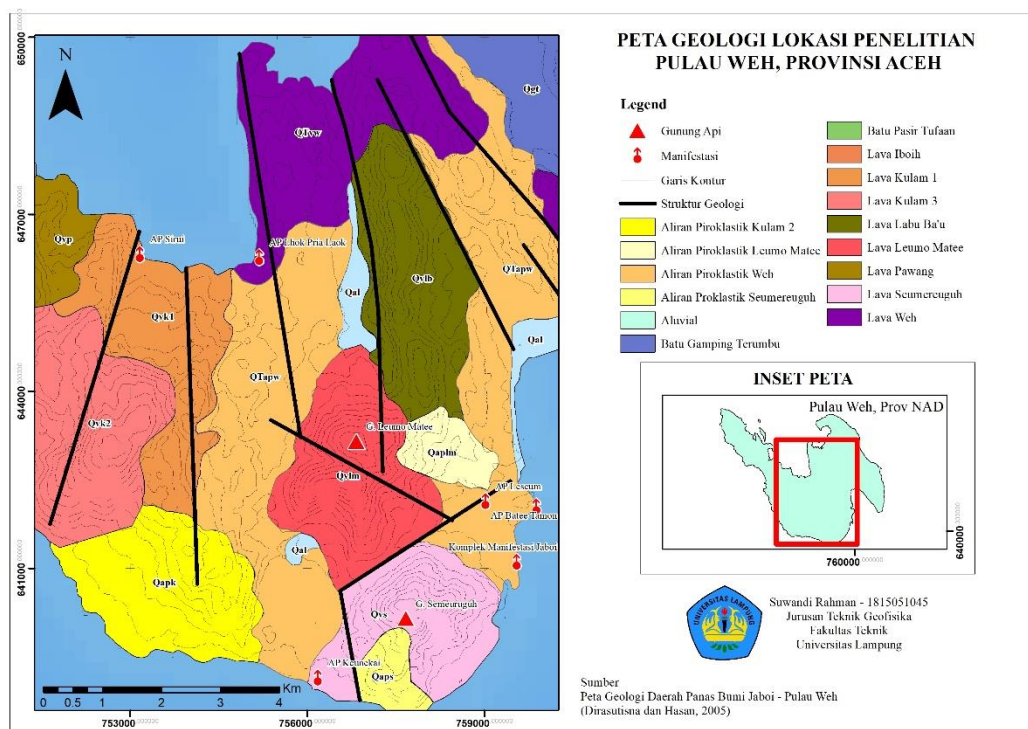
Penelitian dilaksanakan berlokasi di WKP Jaboi, Kecamatan Jaboi, Pulau Weh, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Penelitian ini terletak pada posisi  $5^{\circ}45'14.4''$  sampai  $5^{\circ}55'48''$ LU dan  $95^{\circ}12'46.8''$  sampai  $95^{\circ}22'44.4''$ BT. Dikarenakan Pulau Weh merupakan pulau yang terbentuk akibat aktivitas tektonik dan vulkanik sehingga mengakibatkan Pulau Weh sebagai pulau yang asri akan keindahan alamnya. Berikut merupakan peta lokasi penelitian kali ini yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

## 2.2. Geologi Regional

Gunung Api Jaboi terletak di Kecamatan Jaboi, Pulau Weh, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam yang secara umum berada pada lembar Geologi Banda Aceh. Pulau Weh menjadi pulau vulkanik dengan adanya zona depresi yang terdapat pada Teluk Sabang sampai Balohan dan Lhok Pria Laot berupa graben dengan arah dari struktur yang ada lebih dipengaruhi pada sisi barat laut sampai tenggara sehingga membentuk Pulau Weh yang berada pada bagian depresi dari kelurusan jalur Sesar Semangko yang bertelak di ujung barat laut pulau sumatera (Suhanto et al., 2005).



Gambar 2. Peta geologi Pulau Weh, modifikasi dari (Dirasutisna & Hasan, 2005).

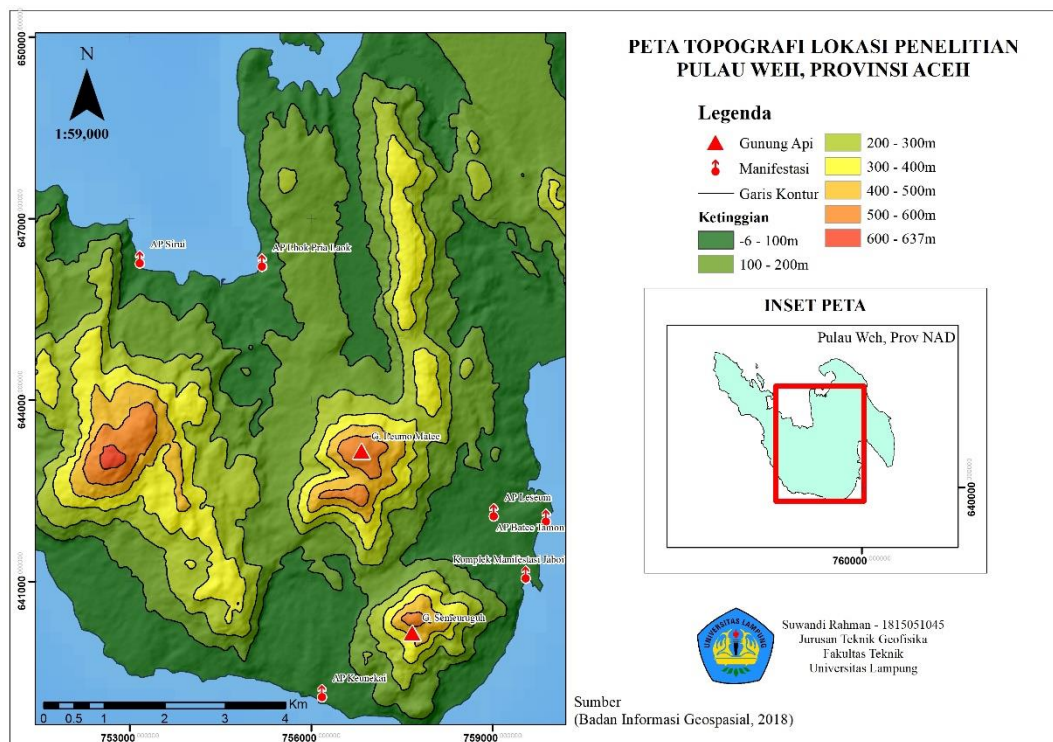
Dengan arah yang lebih mengarah hampir ke barat laut-tenggara dan utara-selatan yang searah dengan Sesar Semangko sehingga struktur sesar di Pulau Weh berupa sesar geser serta mendatar. Dapat dilihat pada Gambar 2 yang merupakan sebaran batuan secara detail namun secara umum batuan yang menyusun Pulau Weh hanya dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas satuan batuan yaitu Vulkanik Tua Pulau Weh yang berumur Kuartar-Tersier, vulkanik muda yang berumur Kuartar. Batuan



sedimen yang berumur Tersier serta Batu Gamping terumbu berumur Kuarter (Zarkasyi & Suhanto, 2013).

### 2.3. Topografi

Berdasarkan peta topografi daerah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa topografi pada daerah penelitian terbagi atas beberapa kelas berdasarkan warna yang memiliki kisaran ketinggian dari -6 meter sampai dengan 637 meter. Ketinggian pada daerah penelitian ini terbagi atas topografi rendah, sedang serta topografi tinggi. Topografi rendah terdapat pada ketinggian -6 meter sampai dengan 200 meter dengan memiliki warna yang dominan hijau gelap, pada topografi sedang memiliki ketinggian 200 meter sampai dengan 400 meter yang dominan berwarna kuning serta topografi tinggi pada daerah ini memiliki ketinggian yang berkisar 400 meter sampai dengan 637 meter. Berdasarkan hal-hal tersebut dapat diketahui bahwa dataran sedang yang mendominasi topografi pada daerah penelitian ini.



Gambar 3. Peta topografi daerah penelitian (Badan Informasi Geospasial, 2018).

## 2.4. Stratigrafi

Berdasarkan Dirasutisna dan Hasan (2005) yang dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa litologi di Pulau Weh tersusun atas batuan Tersier dan Kuartar juga dikelaskan menjadi 4 kelas batuan utama, yakni pada batuan dasar di Pulau Weh merupakan kelas dari batuan sedimen Tersier yang berumur miosen, selanjutnya terdapat lava dan aliran piroklastik dengan umur Kuartar-Tersier yang tergolong dalam kelas batuan vulkanik tua, adapun suatu kelurusan vulkanik dengan arah barat laut-tenggara dan utara-selatan yang terbentuk berdasarkan produk dari jajaran kerucut vulkanik muda dengan dikelompokkan pada kelas batuan vulkanik muda yang berumur kuartar serta kelas batu gamping terumbu dan alluvial.

Batuan		Hasil Kegiatan Gunung Api							Batuan Sedimen & Endapan Permukaan	
		G. Leumo Matee	G. Semeureuguh	G. Kulam	G. Pawang	G. Iboih	G. Labu Ba'U	Pulau Weh		
Umur										
		Kuartar	Holosen							
Pleistosen	Qaplm		Qaps	Qvk2						
	Qvlm		Qvs	Qapk	Qvp	Qvi				
Tersier	Pliosen			Qvk1			Qvlb	QTapw	QTvw	
	Miosen								Tms	

Gambar 4. Stratigrafi pada Pulau Weh, modifikasi dari (Dirasutisna & Hasan, 2005).

Persebaran batuan yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan juga berikut merupakan uraian dari setiap batuan:

#### **2.4.1. Batuan Sedimen Tersier**

##### **2.4.1.1. Batupasir Tufaan (Tms)**

Di lokasi pantai bagian timur Pulau Weh tersingkapkan Batupasir Tufaan yang berlapis-lapis pada lapisannya dengan ciri-ciri yang dimulai dari segmen yang kasar ke segmen yang halus, dengan warna coklat muda, dengan batuan yang agak terkompaksi serta batupasir tufaan ini diperkirakan memiliki umur miosen.

#### **2.4.2. Satuan Batuan Vulkanik Tua Pulau Weh**

##### **2.4.2.1. Satuan Aliran Lava Pulau Weh (QTvw)**

Batuan yang berbentuk aliran lava andesitic-basaltik ini memiliki kondisi singkapan yang sangat hancur dengan memiliki ciri-ciri umum dengan warna abu-abu tua sampai kehitaman, dengan tekstur porfiritik, serta mineralogi yang didominasi dengan plagioklas, fenokris yang berupa olivine, piroksen serta mineral-mineral gelap lainnya.

##### **2.4.2.2. Satuan Aliran Piroklastik Pulau Weh (QTapw)**

Batuan ini tersingkap secara luas tersebar pada bagian tengah serta pada daerah struktur sesar utama. Batuan ini berjenis tufaan yang kompak dan terlaskan serta memiliki sifat yang asam yang mengandung batuapung dan gelas, akibat dari aktivitas tektonik maka batuan ini tertekarkan. Batuan ini tersusun atas fragment-fragment batuan yang bersifat andesitic-dasitik serta menyudut sampai setengah

menyudut. Batuan vulkanik tua Pulau Weh ini termasuk Batuan Aliran Piroklastik Pulau Weh (QTapw) dan Batuan Aliran Lava Pulau Weh (QTvw) tergolong berumur Tersier atas namun tidak dikenal pusat erupsinya.

### **2.4.3. Satuan Batuan Vulkanik Muda**

Berbentuk banyak kerucut vulkanik muda menjadikan batuan vulkanik muda berupa deretan perbukitan yang membentuk suatu kelurusan vulkanik dengan arah utara-selatan yang terdiri atas Gunung Labu- Ba'u, Gunung Leumo Matee dan Gunung Semeureguh serta dengan arah barat laut-tenggara terdiri atas Gunung Iboih, Gunung Pawang dan juga Gunung Kulam.

#### **2.4.3.1. Satuan Vulkanik Labu Ba,U (Qvlb)**

Batuan vulkanik Labu Ba'U mencangkup lava serta aliran piroklastik. Lava pada batuan vulkanik Labu Ba'U memiliki singkapan yang kompak dengan ciri-ciri umum yaitu berwarna abu-abu terang dengan sifat andesitik-dasitik, batuan ini memiliki komposisi piroksen serta plagioklas yang sangat dominan di dalam inti gelas. Sementara itu aliran piroklastik pada batuan vulkanik labu ba'u berupa breksi dengan sifat andesitic-dasitik disertai fragmen menyudut-menyudut tanggung.

#### **2.4.3.2. Satuan Vulkanik Iboih (Qvi)**

Batuan Vulkanik Iboih tersebar pada daerah barat sampai dengan bagian ujung Pulau Weh, batuan ini tersingkap bagaikan kubah lava dengan batuan yang relative segar dan kompak serta memiliki warna abu-abu gelap hingga kehitaman dengan ukuran butir yang afanitik dan tekstur porfiritik serta juga membentuk kekar-kekar. Mineral pada batuan ini terdiri atas mineral hornblend, plagioklas dan juga

piroksen, serta batuan ini juga mengandung gelas vulkanik dan juga mineral yang tidak tembus cahaya yaitu mineral opak.

#### 2.4.3.3. Satuan Vulkanik Pawang (Qvp)

Pada batuan vulkanik pawang, batuan ini terdiri atas lava dan tersisip pula di dalam lava berupa aliran piroklastik (breksi tufa). Batuan ini memiliki ciri dengan sifat andesitic-dasitik dengan warna batuan abu-abu gelap yang memiliki ukuran butir yang halus sampai dengan kasar dan juga mineral pada batuan ini terdiri atas hornblend, piroksen, serta fenokris pada batuan ini berupa mineral plagioklas.

#### 2.4.3.4. Satuan Vulkanik Kulam Tua (Qvk 1)

Sebaran batuan vulkanik kulam tua ini secara umum tersingkap pada daerah bagian utara sampai dengan teluk di Pria Lhaot serta pada bagian tengah Pulau Weh. Batuan ini merupakan batuan aliran lava andesitic dengan warna abu-abu gelap serta memiliki tekstur porfiritik. Batuan ini memiliki mineral yang terdiri atas plagioklas, piroksen dan juga batuan ini mengandung gelas vulkanik dan juga mineral yang tidak tembus cahaya yaitu mineral opak

#### 2.4.3.5. Aliran Piroklastik Kulam (Qapk)

Aliran piroklastik kulam ini berupa batuan yang tersingkap di bagian selatan yang detail lokasinya bertempat di pantai bagian barat Gunung Semeureuguh. Batuan ini memiliki ciri-ciri berwarna coklat muda dengan kemerahan gelap, batuan ini terdiri atas fragmen lithic yang memiliki ukuran campuran dari halus sampai dengan sangat kasar, di beberapa tempat batuan ini memiliki sisipan di dalam lava namun sebagian pula telah mulai lapuk. Batuan ini memiliki jenis batuan breksi tufaan yang memiliki umur berkisaran kuartar.

#### 2.4.3.6. Satuan Vulkanik Kulam Muda (Qvk 2)

Batuan vulkanik kulam muda ini tersusun atas lava dan aliran piroklastik Gunung Kulam, lavanya tersingkap menyebar serta memiliki kondisi batuan yang kompak dengan memperlihatkan banyak kekar seolah-olah telah mengalami pelapukan pada bagian atasnya. Ciri pada batuan ini yaitu memiliki sifat andesitic-dasitik dengan warna yang dominan abu-abu kehitaman serta batuan ini memiliki tekstur porfiritik dan juga batuan ini tersusun atas kandungan mineral piroksen dan dalam masa dasar gelas batuan ini mengandung mineral plagioklas. Namun pada aliran piroklastik pada batuan ini memiliki sifat batuan andesitic-dasitik dengan ciri-ciri batuan yang memiliki warna kecoklatan serta batuan ini memiliki fragmen menyudut sampai dengan setengah membundar dan terdiri atas bongkah.

#### 2.4.3.7. Satuan Vulkanik Semeureuguh (Qvs)

Batuan vulkanik semeureuguh ini tersebar di lokasi pantai selatan Pulau Weh yang terdiri atas lava serta jatuhan piroklastik Aliran lavanya memiliki sifat andesitic-dasitik yang juga membentuk kekar-kekar dengan batuan yang sangat kompak yang tersusun atas mineral-mineral yang diantaranya yaitu piroksen dan sebagai fenokris terdapat mineral plagioklas. Jatuhan piroklastik ini memiliki tipe bantuan yang tidak terlalu kompak dengan ukuran fragmen yang berukuran abu atau dust sampai dengan bongkahan. Batuan ini juga menyudut hingga setengah menyudut dengan sifat batuan andesitic serta terdapat pula batu apung, batuan ini memiliki warna abu-abu kecoklatan yang sebarannya terletak sekitar di lokasi pusat erupsinya dan juga pada bagian utaranya dibatasi dengan kontrol struktur.

#### 2.4.3.8. Aliran Piroklastik Semeureguh (Qaps)

Batuan aliran piroklastik semeureguh ini memiliki ukuran butir abu yang agak kasar serta tersusun atas gelas vulkanik. Batuan ini tersebar pada lokasi pantai selatan pada sisi selatan bagian Gunung Semeureguh dengan sifat batuan andesitic-dasitik. Batuan ini memiliki type batuan massif yang berstruktur breksi serta memiliki warna putih keabu-abuan, batuan ini memiliki kandungan fragmen lava yang berupa andesitic-piroksen yang menyudut tanggung serta dengan ukuran butir yang halus-kasar. Batuan ini terpilah buruk dengan kemas terbuka yang lokasinya selaras tepat di atas batuan aliran lava semeureguh (Qvs) yang diperkirakan umurnya berkisar Kuartar.

#### 2.4.3.9. Satuan Vulkanik Leumo Matee (Qvlm)

Batuan vulkanik leumo matee ini memiliki sifat batuan yang andesitic-dasitik dengan warna abu-abu terang serta batuan ini memiliki tekstur porfirik dengan komposisi mineral yang terdiri dari hornblend, piroksen serta sebagai fenokris terdapat mineral piroksen dan berdasarkan riset bahwa batuan ini diperkirakan berumur pleistosen yang berkisaran 1.1 juta tahun yang lalu.

#### 2.4.3.10. Aliran Piroklastik Leumo Matee (Qaplm)

Batuan pada aliran piroklastik leumo matee ini tersingkap di bagian barat Pulau Weh, batuan ini berjenis breksi tufaan dan memiliki sifat andesitic-dasitik serta batuan ini memiliki kandungan batuapung, gelas dan batuan ini agak melapuk. Batuan ini memiliki warna abu-abu terang serta di beberapa bagian sebaran batuan ini mengandung breksi dan fragmen lava. Fragmen breksi pada batuan ini mengandung hornblend-piroksen yang begitu juga merupakan lava andsitik yang terpilah buruk dengan sudut yang menyudut tanggung serta bersifat kemas terbuka. Terdapat matriks pada batuan ini yang terdiri dari tuf abu-pasiran yang memiliki

warna abu-abu terang serta memiliki porositas yang baik dengan sifat gelas. Lokasi tepat pada batuan ini bertepatan selaras di atas batuan vulkanik leumo matee dan juga batuan ini diperkirakan memiliki umur Kuarter.

#### **2.4.4. Batugamping Terumbu (Qgt)**

Batugamping terumbu ini secara luas tersingkap disepanjang pantai bagian timur Pulau Weh serta batuan ini membentuk bukit-bukit yang rendah sampai bagian utara Pulau Weh. Diperkirakan berumur kuarter dengan adanya fosil atau bekas dari biota-biota laut menjadikan cerminan dari singkapan ini dengan ciri dari singkapan ini yaitu berwarna putih kekuning-kuningan yang tersebar pada bagian timur pada Pulau Weh.

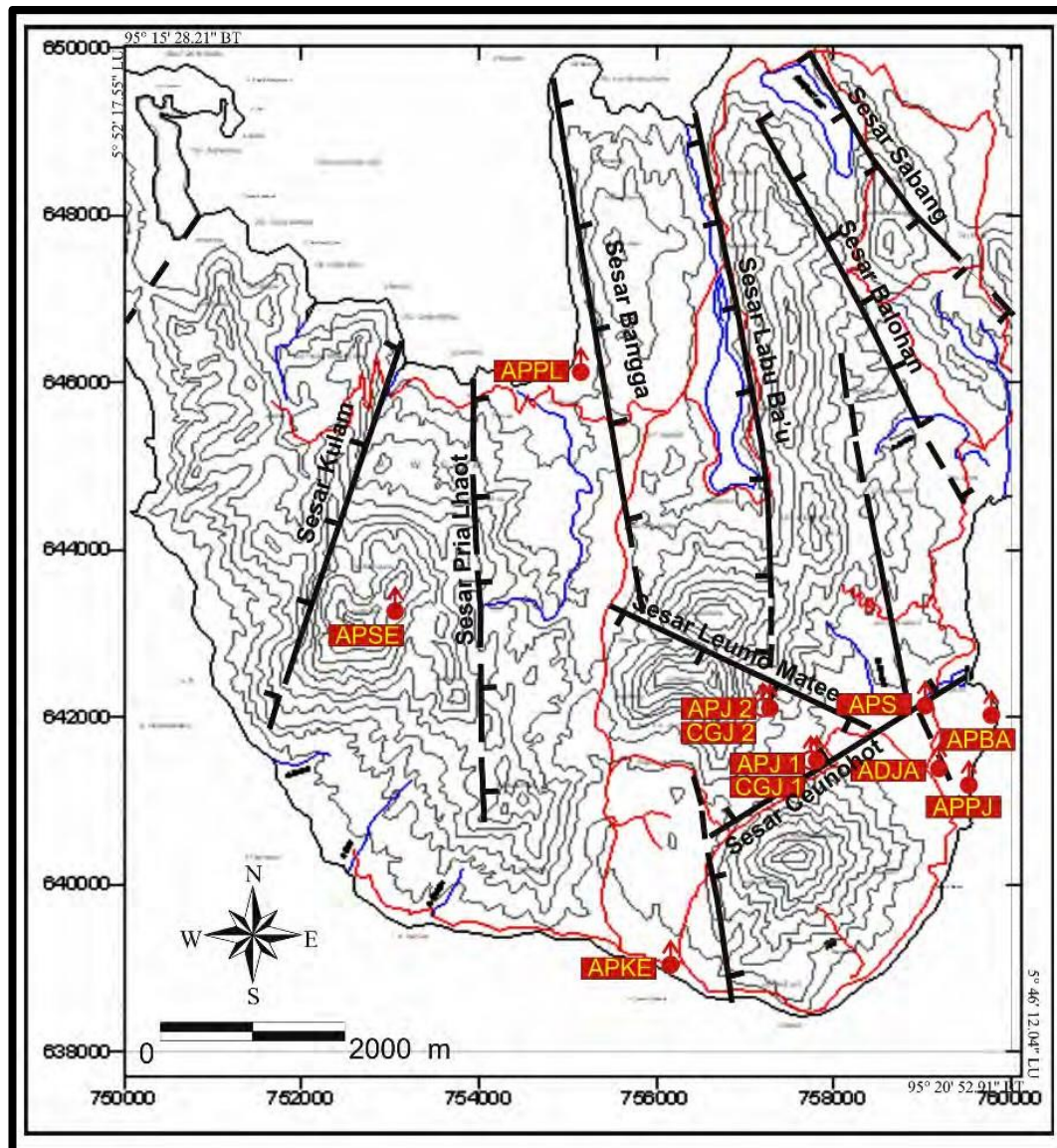
#### **2.4.5. Aluvial (Qa)**

Aluvial pada Pulau Weh ini adalah hasil pecahan dari variasi batuan-batuan yang berjenis batuan tua maupun muda yang memiliki ukuran lanau hingga kerakal atau bolder.

### **2.5. Struktur dan Sistem Patahan**

Didasarkan oleh penelitian (Dirasutisna & Hasan, 2005) menyatakan bahwa di lokasi penyelidikan yang bertempat di Pulau Weh memiliki indikasi pola struktur geologi yang bermacam-macam dan diantaranya yaitu hasil dari depresi vulkanik yang berupa horst dan graben, benteng alam luas yang struktural berupa triangular facet, tebing curam yang diindikasikan sebagai gawir sesar, offset dan topografi, kelurusan sungai, kekar gerus, bukit dan topografi, breksiasi, gores-garis dan juga adanya manifestasi panas bumi yang berupa batuan alterasi yang memiliki tipe argilik dan ada pula daerah dengan munculnya mata air panas.





Gambar 5. Pola struktur geologi pada Pulau Weh modifikasi dari (Dirasutisna & Hasan, 2005).

Terdapat sesar-sesar utama yang umumnya merupakan sesar normal pada daerah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 5 yang berguna sebagai struktur kontrol geologi panas bumi yang berkembang pada daerah tersebut. Selain itu juga adapun sesar sekunder di daerah ini yang terjadi merupakan akibat dari aktivitas tektonik yang diantaranya yaitu Sesar Leumo Matee, Sesar Ceunohot, Sesar Iboih, Sesar Jaboi serta Sesar Nibung.

Uraian lengkap struktur sesar menurut periode pembentukannya yang selaku control geologi dan pemunculan manifestasi panas bumi yaitu sebagai berikut,

#### 2.5.1. Sesar Sabang

Menjadi salah satu sesar normal utama di Pulau Weh, sesar sabang ini diindikasikan terbentuk pada periode awal kegiatan tektonik regional yang terjadi pada zaman tersier bawah dengan diikuti sesar utama lainnya yakni sesar seuke, sesar balohan, sesar pria lhaot serta sesar bangga. Sesar sabang ini juga memiliki arah yang relatif barat laut-tenggara dengan blok bagian timur menjadi blok yang relative naik.

#### 2.5.2. Sesar Seuke

Sesar seuke ini adalah sesar normal yang bercirikan pada blok bagian timur relatif tinggi dari blok bagian barat. Sesar seuke ini juga memiliki arah barat laut-tenggara ( $N330^{\circ}E$ ) yang menjadikan sesar ini mempunyai arah yang sama dengan sesar sabang juga sesar ini merupakan terusan dari sesar sabang.

#### 2.5.3. Sesar Balohan

Sesar balohan memiliki ciri khusus yaitu blok pada bagian timur relatif lebih menurun dari blok bagian barat, sesar ini juga memiliki arah barat laut-tenggara dengan derajat arah  $N335^{\circ}E$ .

#### 2.5.4. Sesar Labu Ba'U

Sesar labu ba'u ini termasuk dalam kategori sesar utama yang memiliki posisi di wilayah timur dengan arah hampir utara-selatan ( $N345^{\circ}E$ ) sehingga sesar ini membentuk suatu kelurusan pemunculan kerucut-kerucut vulkanik.

#### 2.5.5. Sesar Bangga

Diperkirakan adalah sebuah sesar normal, sesar bangga ini memiliki arah yang relative menuju barat laut-tenggara memotong sisi barat dari Gunung Leumo Matee dan Gunung Semeureguh yang berada di Pantai Selatan.

#### 2.5.6. Sesar Pria Lhaot

Memiliki arah utara-selatan, sesar Pria Lhaot ini memotong sisi barat tubuh vulkanik muda kulam dan memiliki kaitan dengan pemunculan manifestasi panas bumi di teluk Pria Lhaot. Dugaan untuk sesar ini yaitu merupakan sesar normal yang bercirikan pada blok pada bagian timur relatif naik terhadap bidang sesar di bagian barat yang menjadi blok yang bergerak turun.

#### 2.5.7. Sesar Kulam

Diperkirakan memiliki arah utara-selatan dengan blok bagian barat yang lebih turun daripada blok bagian bagian timur, sesar kulam ini juga diperkirakan terbentuk pada periode aktivitas tektonik yaitu periode miosen.

#### 2.5.8. Sesar Leumo Matee dan Sesar Ceunohot

Sesar Leumo Matee dan Sesar Ceunohot ini termasuk kedalam tipe sesar normal dan menjadi sesar yang paling muda dengan arah timur laut-barat daya untuk sesar ceunohot dan juga ber arah barat laut-tenggara untuk sesar leumo matee serta ini membentuk lembah graben yang berposisi antara tubuh vulkanik semeuruguh dan leumo matee. Sesar ini juga menjadi kontrol geologi selaku pemunculan manifestasi panas bumi di daerah jaboi.

## 2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai sistem panas bumi di daerah jaboi dengan analisis geofisika (Gayaberat, Magnetik, Geolistrik) dan pendekatan geologi, geokimia serta pemboran 250 meter memiliki kesimpulan bahwa sistem ini terbentuk pada zona depresi dan berasosiasi dengan vulkanik serta pembentukan Gunung Api Leumo Matee dan Gunung Api Semeuruguh selaku gunung api termuda terdapat magma sisa yang menjadi sumber panasnya. Lapisan reservoir berdasarkan hasil pemodelan gayaberat dan magnetik diperkirakan tersusun atas batuan vulkanik tua Pulau Weh dengan besar densitas  $2.62\text{gr/cm}^3$  serta dengan kerentanan magnet  $0.027$  berada pada kedalaman mulai dari 600 meter dibawah kompleks manifestasi jaboi. Atas dasar pemodelan yang telah dilaksanakan didapatkan caprock yang diperkirakan tersusun dari batuan piroklastik dan produk vulkanik yang lebih muda dari Pulau Weh yang telah mengalami alterasi yang memiliki ketebalan 400-500 meter dengan tahanan jenis kurang dari 10 ohm-m. Dengan morfologi gunung api dan perbukitan selaku zona tangkap air meteorik yang meresap sehingga berguna sebagai suplai fluida reservoir yang bercampur dengan air magmatis. Selain itu juga sekitar zona depresi jaboi dengan luas  $6.2\text{ km}^2$  memiliki potensi panas bumi 55 Mwe dengan asumsi suhu sebesar  $255^{\circ}\text{C}$  berdasarkan kompilasi anomali lateral (Zarkasyi, 2010).

Penyelidikan terpadu geologi, geokimia, dan geofisika daerah panas bumi jaboi, kota sabang-nanggroe aceh Darussalam menghasilkan kesimpulan bahwa manifestasi panas permukaan jaboi terdiri atas lapangan fumarole yang memiliki suhu sebesar  $99^{\circ}\text{C}$  serta terdapat mata air panas netral yang memiliki suhu sebesar  $71^{\circ}\text{C}$ . Anomali geokimia, tahanan jenis serta geomagnetik ketiganya saling berimpit atau coincide serta menghasilkan batas prospek sebesar  $6\text{km}^2$ . Diindikasikan ketebalan batu tudung atau caprock sekitar 400-500 meter serta kedalaman dari puncak reservoir sekitar kedalaman 600 meter berdasarkan data dari tahanan jenis. Sedangkan berdasarkan data geokimia di lapangan penelitian didapatkan hasil suhu reservoir yang diperkirakan besar suhu reservoir yaitu  $250^{\circ}\text{C}$

serta potensi cadangan terduga di lapangan ini sekitar 50 Mwe. (Suhanto et al., 2005)

Penelitian perihal eksplorasi energi panas bumi dengan metode Geofisika dan geokimia pada daerah Jaboi, Kota Sabang, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam menghasilkan informasi zona potensi sumber panas dengan kisaran kedalaman di bawah 1800 meter yang diperkirakan sebagai batuan beku plutonik yang intermidiet berdasarkan analisis anomali residual pemodelan geologi, dan asumsi batuan hasil erupsi. Berdasarkan metode resistivitas didapatkan informasi zona batuan penutup yang mengalami alterasi ditandai dengan nilai resistivitas yang rendah serta memiliki kedalaman berkisar 100-500 meter dengan litologi Aliran lava dan aliran piroklastik Pulau Weh. Zona potensi berupa reservoir yang di duga di estimasikan pada kedalaman 500 meter pada batuan aliran lava Pulau Weh dan rekahan sebagai media fluidanya serta penyebaran daerah dengan potensi reservoir dan caprock dipengaruhi oleh pola struktur yang ada pada daerah penelitian. Sistem panas bumi Jaboi ini juga diduga sebagai sistem hidrotermal bertemperatur tinggi sebesar T lebih besar dari  $225^{\circ}\text{C}$  dengan estimasi reservoir  $255^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  yang ditandai dengan adanya fumarole yang bertemperatur tinggi. Berdasarkan seluruh hal diatas menghasilkan bahwa WKP jaboi sangat baik untuk dilakukan eksplorasi lebih rinci dan dikembangkan untuk menentukan lokasi titik bor eksplorasi. (Akbar, 2009)

Penelitian perihal delineasi sebaran sesar di Pulau Weh berdasarkan metode fault fracture density (FFD) menghasilkan model yang menampilkan geomorfologi pada daerah penelitian dalam bentuk shaded relief image yang menghasilkan interpretasikan keberadaan sesar dan rekahan dengan memberikan kelurusan atau *lineament* dalam bentuk peta densitas kelurusan (FFD) yang bisa menghasilkan indikasi arah dan pola dari kelurusan. Dengan penggunaan metode fault fracture density (FFD) dihasilkan banyak kelurusan yang berasosiasi dengan struktur atau yang terefleksi dari gambaran topografi atau sebuah kelurusan sungai, kelurusan lembah, struktur rekahan ataupun sesar, kontak batuan serta kemunculan manifestasi panas bumi. Didapatkan 4 lokasi yang memiliki nilai densitas kelurusan

yang tinggi pada penelitian ini dengan dominasi kelurusan berada pada arah Barat Laut-Tenggara Pulau Weh yang bersesuaian dengan arah Sesar Sumatera serta sesar lokal yang berada di Pulau Weh merupakan akibat dari perpanjangan sesar Sumatera yang berada di ujung Sumatera (Yanis et al., 2019).

Penelitian tentang pemodelan inversi 3D Gaya berat dan Magnet pada sistem panas bumi daerah Jaboi, Pulau Weh, provinsi Aceh ini menghasilkan kesimpulan bahwa anomali yang tinggi pada daerah penelitian terisolasi di sekitar Gunung Leumo Matee serta diperkirakan sebagai respon blok batuan yang memiliki densitas relatif lebih tinggi dari batuan di sekitarnya sedangkan anomali rendah di area tersebut menjadi bukti adanya perubahan sifat fisis batuan (alterasi) yang diakibatkan oleh aktivitas sistem panas bumi dalam bentuk penurunan dari nilai densitas batuan di daerah tersebut. Pada pemodelan Inversi 3D dikompilasikan antara model gayaberat dan magnetik menghasilkan beberapa gambaran struktur geologi yang diduga menjadi komponen penting dalam sistem panas bumi di daerah Jaboi. Diindikasikan kuat untuk zona batuan ubahan di bagian tengah sampai dengan kedalaman 500 meter serta terdapat zona yang diduga sebagai batas antara lapisan penudung dan lapisan reservoir pada kedalaman 750 meter yang dicirikan dengan sifat fisis batuan yang hampir seragam. (Zarkasyi & Suhanto, 2013)

Penelitian perihal Interpretasi Struktur bawah permukaan berdasarkan data magnetik daerah panas bumi Jaboi sabang ini menghasilkan kesimpulan bahwa medan magnetik total yang telah diukur pada daerah tersebut sebesar 41550nT sampai dengan 42600nT yang besar selisih diantara keduanya yaitu 1050nT. Besar nilai variasi anomali setelah dilakukan koreksi IGRF sebesar -200nT sampai dengan -950nT. Sedangkan variasi nilai reduksi ke ekuator sebesar -100nT sampai dengan -850nT. Secara kualitatif maka interpretasi yang dihasilkan yaitu anomali yang rendah mengindikasikan adanya demagnetisasi batuan oleh suhu dibawah permukaan dan sangat berkaitan dengan manifestasi di permukaan. Berdasarkan pemodelan 2D bahwa permukaan di daerah ini memiliki 5 buah lapisan yang berurutan yaitu soil, andesit terubah, breksi tuffan terubah, andesit terubah dan juga

andesit breksi. Sedangkan di daerah penelitian ini patahan ceuneuhot menjadi patahan yang berakitan dengan manifestasi panas bumi (Mahmudi et al., 2019).

Adapun ringkasan penelitian terdahulu yang terdapat pada tabel 1 sebagai berikut,

Tabel 1. Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Metode	Hasil
1.	Ahmad Zarkasyi	Metode Gayaberat Metode Magnetik Metode Geolistrik	Manifestasi panas bumi bertemperatur 30-99°C. Puncak reservoir berada pada kedalaman sekitar 600 meter dan area prospek memiliki luas sekitar 6.2km <sup>2</sup> dengan total potensi 55Mwe.
2.	Edi Suhanto Sriwidodo Arief Munandar Dedi Kusnadi Dendi Surya Kusuma	Survey Geologi Metode Geokimia Metode Gayaberat Metode Magnetik	Mata air panas netral bersuhu 71°C dan lapangan fumarola bersuhu 99°C serta batas prospek sekitar 6km <sup>2</sup> yang anomali geokimia, gayaberat dan magnetik saling berhimpitan. Ketebalan tudung berkisaran 400-500 meter dan kedalaman pucak reservoir pada sekitar kedalaman 600 meter serta suhu reservoir diperkirakan sebesar 250°C yang besar cadangan terduganya sebesar 50 Mwe.
3.	Muhammad Rifki Akbar	Metode Gayaberat Metode Geolistrik Metode Geokimia	Zona Potensi Sumber panas di bawah 1800 meter, Batuan penutup pada kedalaman 100-500 meter, Zona Potensi Reservoir pada kedalaman 500 meter, dan juga sebagai sistem hidrotermal bertemperatur tinggi sebesar T lebih besar dari 225°C.

- |    |  |  |   |
|----|--|--|---|
| 4. | Muhammad Yanis<br>Nazli Ismail<br>Laura Vadzla Hermansyah<br>Muhammad Nanda<br>Faisal Abdullah | Metode Fault Fracture<br>Density (FFD) | Densitas kelurusan tertinggi 4 km/km <sup>2</sup> pada daerah WKP Jaboi, Danau Aneuk Laot, Lho' Pria Laot dan Iboih.  |
| 5. | Ahmad Zarkasyi<br>Edi Suhanto  | Metode Gayaberat<br>Metode Magnetik    | Korelasi model Inversi 3D gaya berat dan magnet mengindikasikan zona batuan ubahan pada 500 meter dan zona kontak antar lapisan penudung dan reservoir pada 750 meter.  |
| 6. | Dinni Mahmudi<br>Muhammad Isa<br>Didik Sugiyanto   | Metode Magnetik                        | Variasi nilai medan magnet sebesar 41550-42600 nT. Nilai anomali magnet sebesar -200 sampai -950 nT dan panjang lintasan 1800 meter. Didominasi daerah anomali rendah sebagai area manifestasi panas bumi dan anomali tinggi menandakan sesar ceuneuhot. Terdapat 5 lapisan pada kedalaman 0-1000 meter yang berurutan yaitu soil, andesit terubah, breksi tufaan terubah, andesit terubah dan juga andesit breksi. |
-



### **III. TEORI DASAR**

#### **3.1. Metode Gayaberat**

Metode Gayaberat yaitu metode geofisika yang didasarkan pada percepatan gravitasi di permukaan bumi dan berguna untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan geologi bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi bumi yang disebabkan oleh perbedaan densitas antar batuan. Perubahan dari variasi nilai gravitasi mempengaruhi pada kerapatan lateral batuan bawah permukaan di sekitar titik pengukuran. Dalam kasus panas bumi, metode gayaberat digunakan dalam mendeteksi area panas bumi berdasarkan perbedaan densitas batuan menjadi acuan untuk penelitian gravitasi (Muh Sarkowi et al., 2021).

#### **3.2. Konsep Dasar Gayaberat**

Dengan kenyataan bahwa bentuk bumi tidak sejatinya bulat mempengaruhi dalam pengukuran gayaberat dengan pengukuran yang dilakukan pada nilai komponen yang vertikal pada kecepatan gravitasi di suatu tempat sehingga menghasilkan nilai percepatan yang bervariasi pada setiap lokasi. Besar nilai percepatan gravitasi juga dipengaruhi oleh beberapa hal yang diantaranya yaitu derajat garis lintang yang berbeda-beda, variasi ketinggian atau topografi di suatu tempat, kedudukan bumi dalam tatasurya, besar nilai kerapatan massa batuan di bawah permukaan bumi yang bervariasi, perbedaan elevasi pada lokasi pengukuran dilakukan serta hal-hal lain yang memberikan kontribusi pada nilai gravitasi seperti gedung, bangunan, konstruksi, sarana-prasarana atau lainnya (Untung, 2001).

Dapat dilihat pada Gambar 6 untuk gambaran pada respon anomali gayaberat serta juga didapatkan rumusan untuk massa benda yang disimbolkan dengan  $m$  dan juga massa bumi yang disimbolkan dengan  $M$  adalah sebagai berikut:

$$F = G \frac{M.m}{R^2} \quad (1)$$

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

$$g = \frac{F}{m} \text{ sehingga } g = \frac{GM}{R^2} \quad (3)$$

Dimana :

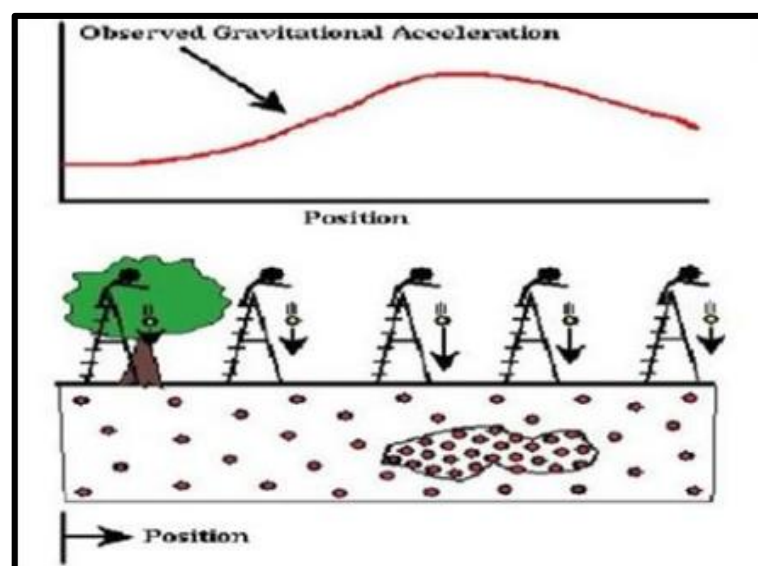
$G$  = Konstanta Gravitasi ( $6.67 \times 10^{-11} m^3 kg s^{-2}$ )

$M, m$  = Massa bumi dan massa benda ( $kg$ )

$R$  = Jarak antara pusat massa dan benda ( $m$ )

$F$  = Gaya tarik antara kedua benda ( $N$ )

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m s^{-2}$ )



Gambar 6. Respon anomali gayaberat.

### 3.3. Rapat Massa Batuan (*Density*)

Densitas atau kerapatan massa jenis batuan merupakan suatu besaran utama yang berguna untuk menentukan besar nilai dari percepatan gravitasi. Densitas batuan di bawah permukaan bumi dipengaruhi oleh beberapa hal yang diantaranya yaitu porositas atau ruang pori yang terdapat pada suatu batuan, kandungan fluida yang mengisi pori-pori pada batuan, kerapatan massa dari butir pembentuk, adanya pemadatan batuan yang diakibatkan oleh tekanan serta proses pelapukan yang terjadi pada batuan tersebut dan rapat massa yang terjadi pada batuan sedimen terjadi karena adanya gaya tektonik. Setiap batuan memiliki nilai kerapatan jenis batuan yang bervariasi dan berbeda-beda berdasarkan jenis serta tipe dari batuanya seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Kirbani, 2001).

**Tabel 2.** Nilai densitas batuan (Telford et al., 1990)

<i>Rocks Type</i>	<i>Range</i> ( <i>g cm<sup>-3</sup></i> )	<i>Average</i> ( <i>g cm<sup>-3</sup></i> )
<b>Batuan Sedimen (<i>Wet</i>)</b>		
Overburden		1.92
Soil	1.20-2.40	1.92
Clay	1.63-2.60	2.21
Gravel	1.70-2.40	2.00
Sand	1.70-2.30	2.00
Sandstone	1.61-2.76	2.35
Shale	1.77-3.20	2.4
Limestone	1.93-2.90	2.55
Dolomite	2.28-2.90	2.70
Batuan Sedimen (av.)		2.50

<b>Batuan Beku</b>		
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
<b>Batuan Metamorf</b>		
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

### 3.4. Pengolahan Data Gayaberat

Pada saat proses pengukuran menggunakan alat ukur medan gravitasi atau gravitimeter akan didapatkan besar nilai medan gravitasi di daerah pengukuran termasuk dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti nilai bacaan pasang-

surut laut, elevasi dan lainnya. Oleh karena itu perlunya dilaksanakan pengolahan data hasil bacaan untuk menghasilkan Anomali *Bouguer* Lengkap (ABL) atau *Complete Bouguer Anomaly*(CBA). Proses pengolahan data yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

### 3.4.1. Koreksi Variasi Temporal

#### 3.4.1.1. Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Koreksi ini dilakukan yang berguna untuk menghilangkan pengaruh dari massa air laut yang terus berubah terhadap waktu yang disebabkan oleh gravitasi dari benda langit yang termasuk bulan dan matahari yang berubah-ubah kedudukannya setiap waktu. (Fairuz, 2019)

Dari hal tersebut maka didapatkan rumusan (Longman, 1969):

$$T = \frac{GM_B r}{D_B^3} (3 \cos^2 \theta - 1) + \frac{3 GM_B r^2}{2 D_B^4} (5 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta) + \frac{GM_M r}{D_M^3} (3 \cos^2 \theta - 1) \quad (4)$$

$$G_{SHT} = G_{SH} + T \quad (5)$$

Dimana:

$G_{SHT}$  = Nilai gravitasi terkoreksi pasang surut bumi

$G_{SH}$  = Nilai gravitasi pada pembacaan alat mGal

$T$  = Nilai hasil koreksi pasang surut bumi ( $mGal$ )

#### 3.4.1.2. Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Koreksi ini dilakukan yang berguna untuk menghilangkan efek pegas yang berpotensi tidak akurat ketika setelah melakukan pengukuran yang berulang-ulang karena pegas yang tidak elastis sempurna sehingga sistem pegas tidak kembali ke kedudukan awalnya. Cara melakukan koreksi ini yaitu dengan membuat lintasan yang tertutup pada setiap titik pengukuran atau *loop* tertutup, yaitu dengan cara melakukan ulang pengukuran pada stasiun awal atau titik ikat tiap loop. (Jaidi, 2019) Koreksi apungan dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$\Delta gd = \frac{T_n - T_1}{T_2 - T_1} \times (G_2 - G_1) \quad (6)$$

Dimana :

$\Delta gd$  = Besarnya *drift* ( $mGal$ ;  $1 mGal = 10^{-3} Gal$ ;  $1 Gal = 1 cm s^{-2}$ )

$T_n$  = Waktu Pembacaan pada titik ke-n (menit)

$G_1$  dan  $G_2$  = Pembacaan nilai gravitasi di awal ( $G_1$ ) dan pembacaan nilai gravitasi di akhir ( $G_2$ ) pada titik ikat atau *base*.

### 3.4.2. Koreksi Variasi Spasial

#### 3.4.2.1. Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Bumi yang sejatinya tidak berbentuk bulat sempurna atau elips sehingga menyebabkan adanya perbedaan antara jari-jari di kutub yang sebesar 6356.751km

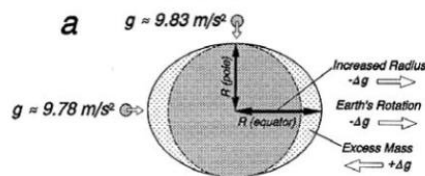
dan jari-jari di khatulistiwa sebesar 6378.136km. Oleh karena itu perlunya dilaksanakan koreksi lintang dengan persamaan sebagai berikut:

$$g_{\theta} = g_e(1 + 0.0053024 \sin^2 \theta - 0.0000058 \sin^2 2\theta) \quad (7)$$

Dimana:

$g_{\theta}$  = Koreksi lintang (mgal)

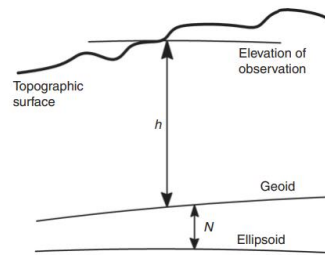
$g_e$  = Gravitasi bumi di ekuator (Dalam lat/long 978031.8 (GRS 67); Dalam rad 978032.7 (GRS 84))



Gambar 7. Koreksi lintang (Reynolds, 1997).

#### 3.4.2.2. Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Koreksi ini dilakukan yang berguna sebagai penghilang perbedaan gravitasi dari ketinggian  $h$  meter dan ketinggian gravitasi yang diukur pada pada mean sea level atau geoid karena dapat berpengaruh mengubah nilai gravitasi yang sebenarnya. Koreksi ini dilakukan dengan asumsi bumi bulat, bumi tidak melakukan rotasi dan beberapa hal tidak perlu di perhitungkan seperti pasang surut dan gelombang.



Gambar 8. Relasi antara geoid dan ellipsoid (Long & Kaufmann, 2013).

Perhitungan koreksi udara bebas ( $C_F$ ) juga dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C_F = 3.086 \times h \quad (8)$$

Dimana :

$C_F$  = Koreksi udara bebas (mGal)

$h$  = Ketinggian posisi pengukuran (m)

Dari rumusan diatas juga bisa kita terapkan dalam mendapatkan nilai dari anomali udara bebas nya ( $G_F$ ) adalah sebagai berikut:

$$G_F = g_{obs} + C_F - g\theta \quad (9)$$

Dimana :

$G_F$  = Nilai anomali udara bebas

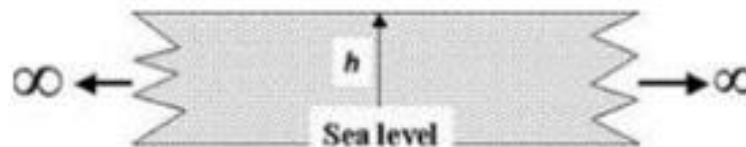
$g_{obs}$  = Nilai gravitasi hasil pengukuran gravitimeter yang telah terkoreksi

$g\theta$  = Nilai gravitasi terkoreksi lintang.



### 3.4.2.3. Koreksi *Bouguer*

Setelah dilakukan koreksi udara bebas tetap terdapat suatu massa yang berada diantara titik pengukuran yang sebelumnya tidak diperhitungkan, oleh karena itu perlunya melakukan koreksi *Bouguer* dikarenakan koreksi *Bouguer* ini berguna untuk mereduksi besar nilai gravitasi yang diakibatkan dari massa benda atau batuan yang berada di antara titik pengukuran pada ketinggian pengukuran terhadap geoid.



Gambar 9. Koreksi *Bouguer* (Fairhead, 2016).

Perhitungan koreksi *Bouguer* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_B = 2\pi G\rho\Delta h \quad (10)$$

$$2\pi G = (2)(3.14)(6.672 \times 10^{-5} \text{Ncm}^2 \text{g}^{-2}) \text{ sehingga } 2\pi G = 0.000419 \quad (11)$$

$$C_B = (0.000419)(\Delta h)(\rho) \quad (12)$$

Dimana:

$C_B$  = Koreksi *Bouguer* (*mGal*)

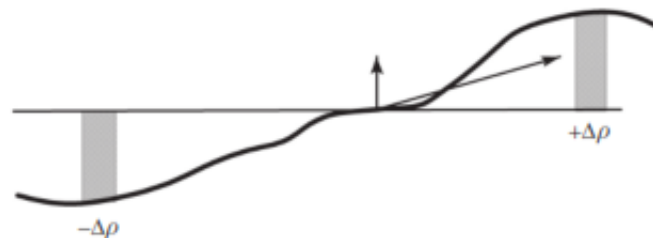
$\Delta h$  = Perbedaan ketinggian titik pengukuran dengan datum (*m*)

$\rho$  = Massa jenis (rata-rata kerak bumi  $2.67 \text{ g/cm}^3$ )

$G$  = Konstanta gravitasi ( $6.672 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$  ;  $6.672 \times 10^{-5} Ncm^2 g^{-2}$ )

#### 3.4.2.4. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Topografi dianggap rata ketika melakukan koreksi *Bouguer* namun pada kondisi sebenarnya di lapangan sangatlah berbeda dari hal itu dikarenakan kondisi yang sebenarnya yaitu memiliki lembah dan bukit-bukit, dikarenakan hal tersebut sehingga sangat mempengaruhi nilai dari gayaberat pengamatan yang menyebabkan kurangnya nilai dari koreksi *Bouguer* yang merupakan dampak dari adanya gaya tarik dari massa gunung ataupun kurangnya massa pada lembah. Oleh karena itu perlunya melakukan koreksi medan ini yang berguna untuk mereduksi perbedaan persebaran dari masa yang tidak beraturan di setiap titik pengamatan dengan asumsi daerah pengukuran adalah lapangan yang datar (Suhadiyatno, 2008).



Gambar 10. Koreksi medan dengan lembah yang kekurangan massa dan bukit yang kelebihan massa (Long & Kaufmann, 2013).

Koreksi ini menggunakan diagram hammer chart serta dimana efek gaya berat dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$T_c = \frac{0.04193}{n} \rho \left\{ (r_l - r_d) + \sqrt{r_d^2 + L^2} - \sqrt{r_l^2 + L^2} \right\} \quad (13)$$

Dimana:

$T_C$  = Terrain Correction ( $mGal$ )

$n$  = Total kompartemen setiap zona

$\rho$  = Densitas ( $gr\ cm^{-3}; gr\ cc^{-1}$ )

$r_d$  = Jari-jari radius dalam (m)

$r_l$  = Jari-jari radius luar (m)

$L$  = Selisih ketinggian dari titik pengukuran.

### 3.4.3. Anomali *Bouguer* Lengkap

Anomali *Bouguer* Lengkap merupakan nilai anomali gravitasi yang diperoleh dengan melaksanakan reduksi nilai koreksi-koreksi terhadap nilai gravitasi observasi dengan koreksi-koreksi yang terdiri atas koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi *Bouguer*, serta koreksi medan. Besar harga Anomali *Bouguer* Lengkap ini juga merupakan gabungan dari anomali regional dan anomali residual (Andrian, 2018). Besar Nilai Anomali *Bouguer* Lengkap dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$CBA = g_{obs} - g\theta + C_F - C_B + T_C \text{ Sehingga } CBA = G_F - C_B + T_C \quad (14)$$

Dimana :

$CBA$  = Nilai anomali *Bouguer* lengkap

$g_{obs}$  = Nilai gravitasi observasi ( $mGal$ )

$g\theta$  = Nilai koreksi lintang ( $mGal$ )

$C_F$  = Nilai koreksi udara bebas ( $mGal$ )

$G_F$  = Nilai anomali udara bebas ( $mGal$ )

$C_B$  = Nilai koreksi *Bouguer* ( $mGal$ )

$T_C$  = Nilai koreksi medan ( $mGal$ )

### 3.5. Analisis Spektrum

Analisa spektrum merupakan tahapan dari perhitungan pada metode gravitasi yang memanfaatkan formulasi dari transformasi fourier yang berguna sebagai pengubah data matematis dari amplitudo anomali gravitasi secara spasial atau temporal menjadi fungsi amplitudo atau frekuensi anomali gravitasi dengan maksud untuk menentukan kedalaman anomali di bawah permukaan berbasis transformasi fourier. Analisis spektrum dikerjakan oleh Bhattacharyya (1966) dengan maksud untuk mengestimasi kedalaman batas muka densitas ataupun magnetik (Andrian, 2018)

Persamaan power spektrum diturunkan dari suatu bidang dengan ketinggian  $z_0$  serta benda di bawah permukaan pada kedalaman  $z_1$ .

$$F \left[ \frac{1}{r} \right] = \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+(z_0+z_1)^2}} e^{-i(kxX+kyY)} dx dy \quad (15)$$

Persamaan diatas ini disederhanakan dengan catatan fungsi  $\frac{1}{r}$  memiliki bentuk yang sinetris silinder dengan mengubah perhitungan dari fungsi integral menuju koordinat polar, dengan asumsi:

$$x = a \cos \theta \quad (16)$$

$$y = a \sin \theta \quad (17)$$

$$kx = a \cos \theta \quad (18)$$

$$ky = \sin \theta \quad (19)$$

$$w = z_0 - z_1 \quad (20)$$

$$a = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (21)$$

$$k = \sqrt{kx^2 + ky^2} \quad (22)$$

Dari persamaan diatas sehingga didapatkan:

$$F \left[ \frac{1}{r} \right] = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0 - z_1)}}{|k|} \text{ dengan } z_1 > z_0, |k| \neq 0 \quad (23)$$

Transformasi yang dibatasi pada bidang datar dengan  $z_1 = z_0$ , karena sebuah titik massa yang bertempat pada bidang datar dapat ditulis seperti persamaan x potensial gravitasi pada suatu titik massa ditulis  $U = G\mu/r$  dengan G adalah konstanta gravitasi sehingga didapatkan persamaan fourier seperti berikut:

$$F(U) = G\mu F \left[ \frac{1}{r} \right] \text{ sehingga } F(U) = G\mu 2\pi \frac{e^{|k|(z_0 - z_1)}}{|k|} \quad (24)$$

Dimana:

$G$  = Konstanta gravitasi

$\mu$  = Anomali rapat massa

$U$  = Potensial gayaberat

$r$  = jarak

Dikarenakan nilai tarikan dari percepatan gravitasi pada sebuah titik secara vertikal adalah turunan dari  $U = G\mu/r$  sehingga nilai percepatan gravitasi dapat ditulis:

$$gz = G\mu \frac{\delta}{\delta x} \frac{1}{r} \quad (25)$$

Namun jika dilakukan pada bidang yang horizontal maka nilai transformasi potensial gravitasinya dapat ditulis:

$$F(gz) = G\mu F \left[ \frac{\delta}{\delta x} \frac{1}{r} \right] \quad (26)$$

$$F(gz) = G\mu \frac{\delta}{\delta x} F \left[ \frac{1}{r} \right] \quad (27)$$

$$F(gz) = 2\pi G\mu e^{|k|(z_0-z_1)} \text{ dengan } z_1 > z_0 \quad (28)$$

Dimana:

$gz$  = Anomali gaya berat

$k$  = bilangan gelombang

$z_0$  = ketinggian titik amat pada bidang

$z_1$  = kedalaman benda anomali terhadap bidang

Jika disederhanakan dimana  $2\pi G\mu = C$  maka,

$$A = C e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (29)$$

Dimana:

$A$  = Amplitudo

$C$  = Konstanta

Untuk mendapatkan korelasi antara Amplitudo ( $A$ ) dengan bilangan gelombang ( $k$ ) dan kedalaman ( $z_0, z_1$ ) dilakukan dengan melogaritmakan persamaan (29) diatas sehingga bilangan gelombang berbanding lurus dengan *spectral amplitude*.

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

$$\ln(A) = (z_0 - z_1)|k| + \ln(C) \quad (31)$$

Persamaan diatas dapat dianalogikan dalam sebuah persamaan garis lurus yaitu:

$$y = mx + c \quad (32)$$

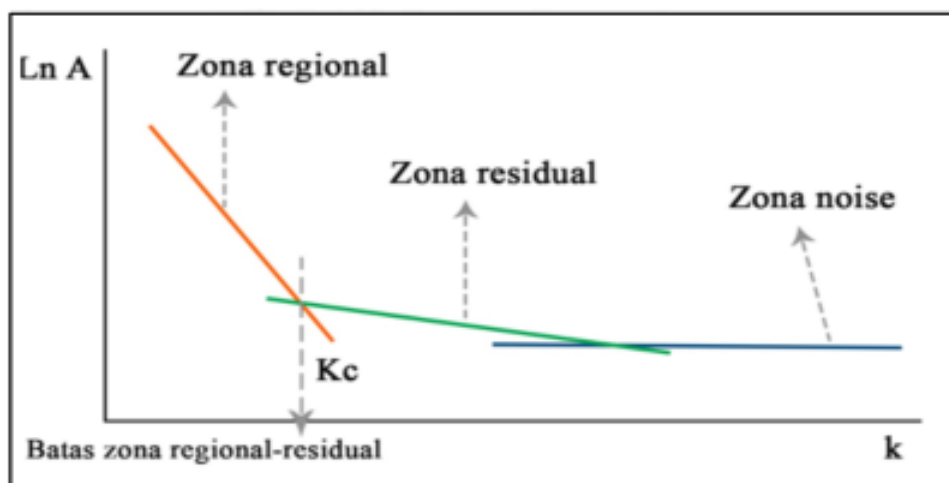
Dimana  $\ln(A)$  sebagai sumbu y,  $(z_0 - z_1)$  sebagai kemiringan garis atau gradien, dan  $|k|$  sebagai sumbu x, sehingga kemiringan dari garisnya adalah kedalaman bidang dalam dan dangkal  $|k|$  sebagai sumbu x diartikan dengan bilangan gelombang yang memiliki besaran  $\frac{2\pi}{\lambda}$  yang satuannya yaitu *cycle/meter* dengan  $\lambda$  adalah panjang gelombang. Hubungan  $\lambda$  dengan  $\Delta x$  diperoleh persamaan:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (33)$$

Nilai  $\lambda$  sama dengan nilai  $\Delta x$  namun ada beberapa faktor lain pada  $\Delta x$  yang dikenal sebagai konstanta pengali, sehingga  $\lambda = N \Delta x$ . Konstanta  $N$  memiliki definisi sebagai lebar jendela yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (34)$$

Dimana  $\Delta x$  merupakan domain spasi yang digunakan dalam *fast fourier transform* (FFT) dan  $k_c$  adalah bilangan gelombang *cutoff* yang menjelaskan bahwa semakin besar nilai  $k$  maka nilai frekuensi akan semakin tinggi. Sehingga mengasilkan hubungan gelombang  $k$  dengan frekuensi adalah  $k = 2\pi f$ , frekuensi yang sangat rendah berasal dari sumber anomali regional sebaliknya untuk frekuensi yang tinggi berasal dari sumber anomali residual.



Gambar 11. Kurva LnA terhadap k (Blakely, 1996)

### 3.6. Filter Moving Average

*Filter Moving Average* yaitu metode penyaringan berupa *low pass filter*, metode ini melakukan filtering dengan meredam frekuensi yang tinggi namun meloloskan



frekuensi yang rendah pada Anomali *Bouguer* Lengkap. Filtering menggunakan nilai lebar jendela yang diperoleh berdasarkan perhitungan analisis spektrum sehingga hasil yang didapatkan dari filtering ini yaitu berupa data anomali regional. Kemudian untuk memperoleh data anomali residual maka dengan cara mengurangkan data anomali regional terhadap data Anomali *Bouguer* Lengkap. Semakin kecil nilai lebar jendela yang digunakan maka hasil data *filtering* akan mendekati data Anomali *Bouguer* Lengkap (Diyanti, 2014) Untuk mendapatkan nilai anomali regional dapat menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (35)$$

Dimana:

$i$  = Nomor stasiun

$N$  = Lebar jendela

$\Delta g_{reg}(i)$  = besar nilai anomali regional

$$n = \frac{N-1}{2} \quad (36)$$

### 3.7. *First Horizontal Derivative (FHD)*

*First Horizontal Derivative (FHD)* atau yang juga dikenal sebagai Horizontal Gradien merupakan turunan mendatar pertama yang kemunculannya disebabkan karena suatu *body* yang lebih menunjukkan tepian dari *body*-nya tersebut sehingga metode ini dilakukan untuk menentukan lokasi batas kontak kontras densitas horizontal dari data *gravity* (Zaenudin et al., 2013). Perhitungan nilai FHD dapat dilakukan dengan rumusan sebagai berikut:

$$FHD = \frac{g_{(i-1)} - g_{(i)}}{\Delta x} \quad (37)$$

Dimana:

$FHD$  = Nilai *First Horizontal Derivative* (FHD) atau Horizontal Gradient

$g_i$  = Nilai gravitasi pada stasiun ke- $i$  (mGal)

$\Delta x$  = Selisih antara jarak pada lintasan (m)

### 3.8. *Second Vertical Derivative* (SVD)

Perlunya melakukan *Second Vertical Derivative* yaitu agar dapat memunculkan efek dangkal yang merupakan pengaruh dari regionalnya serta menentukan batas-batas struktur karena filter ini dapat menyelesaikan anomali residual yang tidak dapat dipisahkan dengan *filter moving average* (Yulistina, 2017). Dari metode ini menghasilkan anomali residual yang menggambarkan sumber-sumber anomali yang memiliki sifat yang dangkal sehingga identik dengan anomali residual pada metode moving average. Metode ini merupakan penurunan dari persamaan laplace:

$$\nabla^2 = 0 \quad (38)$$

Untuk metode gayaberat didapatkan:

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (39)$$

$$\frac{\partial^2 g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = 0 \quad (40)$$

Untuk SVD sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = - \left( \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial y^2} \right) \quad (41)$$

Dalam penentuan nilai SVD juga dapat digunakan persamaan berikut:

$$SVD = \frac{g_{(i-1)} + g_{(i+1)} - 2g_{(i)}}{g} \quad (42)$$

Dimana:

$g$  = Nilai anomali (*mGal*)

$\Delta x$  = Selisih antara jarak pada lintasan (*m*)

$SVD$  = *Second Vertical Derivative*

Nilai mutlak pada  $SVD_{min}$  dan  $SVD_{max}$  dapat digunakan sebagai penentu jenis dari patahan tersebut, dan berikut merupakan ketentuan dalam penentuannya:

$|SVD|_{min} < |SVD|_{max}$ , merupakan Patahan normal

$|SVD|_{min} > |SVD|_{max}$ , merupakan Patahan Naik

$|SVD|_{min} = |SVD|_{max}$ , merupakan Patahan Mendatar

Anomali *Second Vertical Derivative* ini juga dapat diturunkan dengan koefisien filter dalam grid teratur pada anomali gayaberat, yang koefisiennya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Ketiga koefisien filter SVD (M. Sarkowi, 2010)

<b>SVD Tipe Henderson &amp; Zietz (1949)</b>				
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
<b>SVD Tipe Elkins (1951)</b>				
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
<b>SVD Tipe Rosenbach (1953)</b>				
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

### 3.9. *Inverse Modelling*

Pemodelan inversi atau inverse modelling ini merupakan suatu sistem modifikasi dari model agar mendapatkan kecocokan data perhitungan dan data pengamatan yang lebih baik jika tahap ini dilakukan secara otomatis. Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan suatu model yang digunakan langsung pada data juga pemodelan ini sering disebut sebagai data fitting atau pencocokan data karena tahapan-tahapan yang dilakukan berguna untuk mencari 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

## IV. METODE PENELITIAN

### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Daerah penelitian ini terletak di daerah Gunung Jaboi, Kecamatan Jaboi, Kota Sabang, Provinsi Nanggore Aceh Darussalam. Pengolahan data pengukuran penelitian ini dilaksanakan di tempat sebagai berikut:

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

Alamat : Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng,  
Kecamatan Rajabasa, Kota Bandarlampung, Lampung 35141

Tanggal : 14 Juli 2022

### 4.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop
2. Data Gayaberat WKP Jaboi
3. *Softfile* peta geologi
4. *Software* ArcGis V 10.8
5. *Software* Surfer 13
6. *Software* Geosoft Oasis Montaj
7. *Software* Numeri
8. *Softfile* Anomali Bouguer WKP Jaboi

9. *Software* Microsoft Word 2016
10. *Software* Microsoft Excel 2016
11. *Software* Grablox 1.6

### **4.3. Prosedur Penelitian**

Adapun prosedur penelitian yang dilaksanakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Peta Anomali *Bouguer*

Data anomali gayaberat yang diproses kali ini yaitu data gaya berat sekunder yang merupakan nilai dari Anomali Bouguer Lengkap di WKP Jaboi, Kota Sabang, Nanggroe Aceh Darussalam. Dilaksanakan gridding data terhadap data ini untuk memperlihatkan sebaran anomali dari anomali Bouguer lengkap ini menggunakan *Software* Oasis Montaj. Pembuatan grid ini dimulai dengan membuat database pada oasis montaj yang berisi nilai koordinat serta nilai Anomali Bouguer Lengkap yang kemudian dilakukan grid dengan menu *grid and image, gridding, minimum curvature* serta memasukkan nilai *grid cell size* yang kemudian didapatkan peta Anomali Bouguer Lengkap.

#### 2. Analisis Spektrum

Proses analisis spektrum dilakukan dengan menggunakan *Software* Surfer 13, dengan grid yang telah dibuat pada *Software* oasis montaj kemudian dibuka grid dengan *Software* Surfer 13 dengan *open grid*. Setelah peta Anomali Bouguer Lengkap terbuka, dilakukan proses digitasi dengan membuat 4 buah lintasan. Setelah itu hasil dari digitasi kemudian disandingkan dengan data grid Anomali *Bouguer* Lengkap untuk melakukan *slice* pada setiap lintasan. Pada data *slice* di

setiap lintasan tersebut kemudian dilakukan Transformasi Fourier yang digunakan sebagai analisis spektral yang berguna untuk mendapatkan nilai lebar jendela serta kedalaman regional dan residual daerah penelitian.

### 3. Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual

Pemisahan anomali ini dilakukan dengan *Software Surfer 13* dengan memanfaatkan filter menggunakan metode Moving Average untuk memisahkan Anomali Bouguer Lengkap menjadi Anomali Bouguer Regional dan Anomali Bouguer Residual. Dalam melakukan filter moving average juga digunakan nilai lebar jendela (N) dari hasil perhitungan sebelumnya pada analisis spektrum sehingga didapatkan Anomali Bouguer Regional, kemudian dengan mengurangkan Anomali Bouguer Lengkap dengan Anomali Bouguer Regional menggunakan Grid Math maka didapatkan Anomali Bouguer Residual.

### 4. Analisis *Derivative*

Analisis *derivative* yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD) dengan tipe metode Henderson Zeitz yang dilakukan terhadap anomali residual untuk menentukan batas-batas struktur yang terdapat pada daerah penelitian. Dimana data analisis *derivative* ini akan dimanfaatkan sebagai data pendukung analisis struktur bawah permukaan yang berguna untuk mengetahui sebaran patahan daerah penelitian.

### 5. *Inverse Modelling*

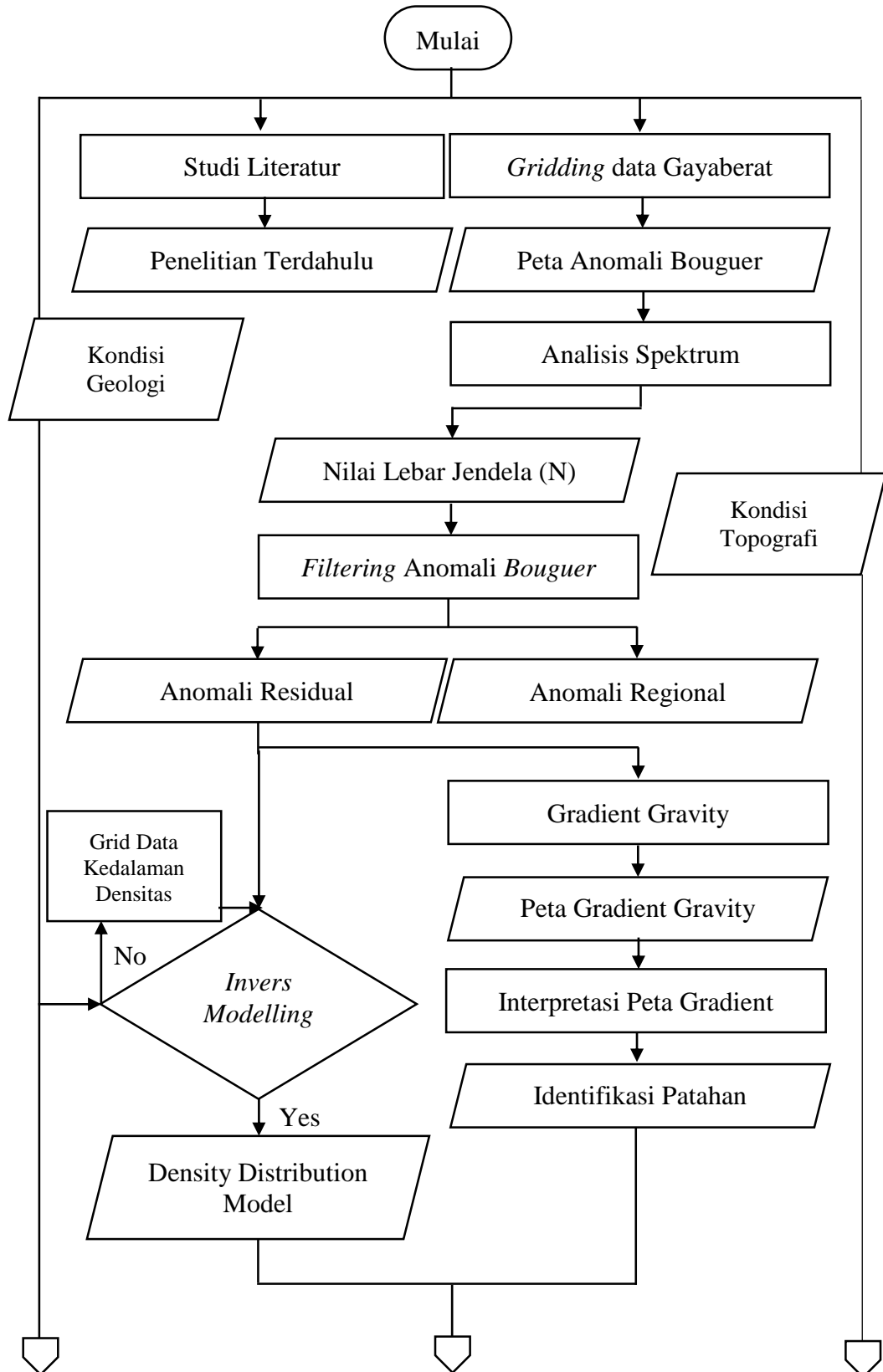
Invers modelling atau pemodelan 3D merupakan pemodelan bawah permukaan yang dilakukan dengan menggunakan *Software Grablox 1.6* dan *Software Geosoft Oasis Montaj 8.4*. Tahap pemodelan diawali dengan memasukkan data mesh serta

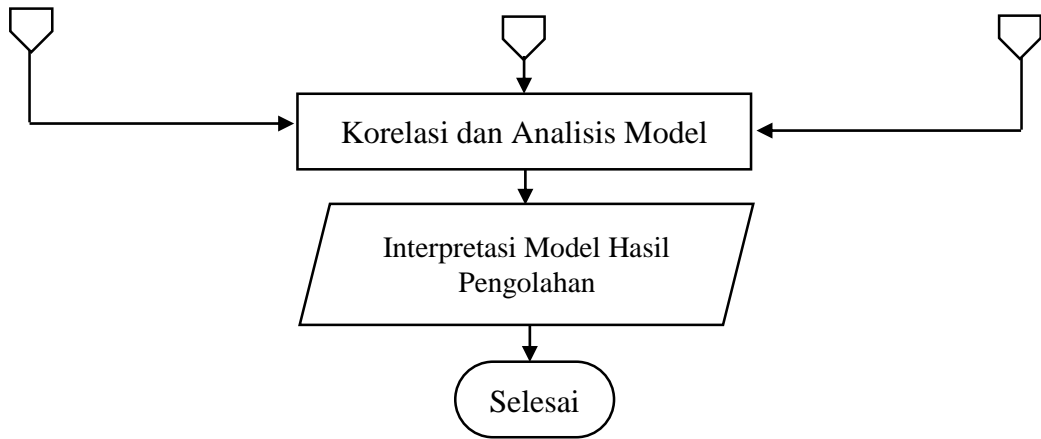


data anomali residual untuk membuat model 3D dari daerah penelitian dengan mendekati dari model yang sebenarnya.

#### 4.4. Diagram Alir

Adapun diagram alir pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut





Gambar 12. Diagram Alir.



## V. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data gayaberat dan interpretasi data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kedalaman zona regional dan residual berdasarkan pengolahan data gaya berat yaitu diperoleh kedalaman regional sedalam 3200 meter dan kedalaman residual sedalam 500 meter.
2. Diidentifikasi keberadaan patahan pada setiap lintasan yang diantaranya yaitu pada lintasan S1 diidentifikasi 2 buah patahan yang keduanya yaitu patahan turun, pada lintasan S2 diidentifikasi sebuah patahan yang berupa patahan mendatar, pada lintasan S3 diidentifikasi 2 buah patahan yaitu patahan turun dan patahan naik, pada lintasan S4 diidentifikasi 3 buah patahan yaitu patahan turun dan 2 buah patahan naik serta pada lintasan S5 diidentifikasi 3 buah patahan yaitu patahan turun dan 2 buah patahan naik.
3. Diperoleh 3 dimensi data gayaberat berupa model distribusi densitas di bawah permukaan dengan diperoleh rentang nilai sebesar  $1.8 \text{ gr/cm}^3$  sampai dengan  $3.0 \text{ gr/cm}^3$  dengan kedalaman  $4.35 \text{ kilometer}$  dengan rentang densitas anomali rendah sebesar  $1.8 \text{ gr/cm}^3$  sampai  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  yang diindikasikan sebagai batuan asal dari Pulau Weh yaitu Batupasir Tufaan (Tms) dan anomali tingginya dengan rentang densitas  $2.6 \text{ gr/cm}^3$  sampai  $3.0 \text{ gr/cm}^3$  yang diindikasikan berpotensi sebagai zona prospek reservoir.
4. Berdasarkan korelasi antara model SVD dan persebaran geologi di pulau weh diperoleh zona prospek reservoir tersebar luas pada Gambar 21 dengan

keberadaan patahan disekitarnya yang diindikasikan sebagai akses naiknya fluida menuju permukaan serta batas dari zona prospek tersebut.

## **5.2. Saran**

Saran dalam penelitian ini agar didapatkan hasil yang maksimal dalam analisis menyeluruh agar dilakukan penelitian lebih lanjut dalam penggunaan beberapa metode geofisika lainnya seperti metode seismik, metode magnetik, serta survey geologi lapangan secara langsung agar didapatkan hasil yang maksimal didalam ataupun di permukaan lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. R. (2009). *Eksplorasi Energi Panasbumi Dengan Metode Geofisika Dan Geokimia Pada Daerah Jaboi, Kota Sabang, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam*. Institut Teknologi Bandung.
- Andrian, J. (2018). Pemetaan Struktur Basemen Menggunakan Metode Energy Spectral Analysis–Multi Window Test (ESA-MWT) Data Gravitasi Pada Cekungan Sumatera. In *Universitas Indonesia*. Universitas Indonesia.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). *Portal Pencarian Dan Integrasi Informasi Geospasial Melalui Ina-SDI*. Geospasial Untuk Negeri. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/>
- Blakely, R. J. (1996). *Potential Theory In Gravity and Magnetic Application*. Cambridge University Press.
- Bott, M. H. P. (1962). a Simple Criterion for Interpreting Negative Gravity Anomalies. *Geophysics*, 27(3), 376–381. <https://doi.org/10.1190/1.1439026>
- Dirasutisna, S., & Hasan, A. R. (2005). *Geologi Panas Bumi Jaboi, Sabang, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam*.
- Direktorat Panas Bumi, Direktorat Jenderal EBTKE Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi, & Badan Geologi. (2017). *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1* (1st ed.). Direktorat Panas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Diyanti. (2014). *Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Leuwidamar Berdasarkan Analisis Spektral Data Gayabarat*. Universitas Pendidikan Pancasila.
- Fairhead, J. D. (2016). *Advance In Gravity And Magnetik Prodessin And Interpretation*. IEGE Publication bv.
- Fairuz. (2019). *Pemodelan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Energy Spectral Analysis-Multi Window Test (ESA-MWT) Data Gayabarat Area Cekungan Sakala*. Universitas Pertamina.
- Jaidi, F. (2019). *Identifikasi Patahan Baribis Di Kota Bekasi Menggunakan Metode Multi Scale-Second Vertical Derivative (MS-SVD) Data Gravitasi*. Universitas Indonesia.
- Jarut, D., Sukarasa, I. K., & Alit Paramarta, I. B. (2021). Pemodelan 3D Struktur

Bawah Permukaan Gunung Anak Ranakah dan Sekitarnya Menggunakan Metode Gravitasi. *Buletin Fisika*, 23(1), 68. <https://doi.org/10.24843/bf.2022.v23.i01.p09>

- Kirbani, S. B. (2001). *Teori Dan Aplikasi Metode Gravitasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Long, L. T., & Kaufmann, D. R. (2013). Acquisition And Analysis Of Terrestrial Gravity Data. In *Acquisition and Analysis of Terrestrial Gravity Data* (1st editio, Vol. 9781107024). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139162289>
- Longman, I. M. (1969). Formulas For Computing The Tidal Accelerations Due To The Moon And The Sun. *Journal of Geophysical Research*, 64, 2351–2355.
- Mahmudi, D., Isa, M., & Sugiyanto, D. (2019). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Berdsarkan Data Magnetik Daerah Panasbumi Jaboi Sabang. *Journal of Aceh Physics Society*, 8(3), 90–93.
- Reynolds, J. M. (1997). An Introduction To Applied And Environmental Geophysics. In *An introduction to applied and environmental geophysics* (Geophysics). <https://doi.org/10.1071/pvv2011n155other>
- Sarkowi, M. (2010). Identifikasi Struktur Daerah Panasbumi Ulubelu Berdasarkan Analisa Data SVD Anomali Bouguer. *Jurnal Sains MIPA*, 16(2), 111–118.
- Sarkowi, Muh, Wibowo, R. C., Sawitri, R. F., & Mulyanto, B. S. (2021). Wai Selabung geothermal reservoir analysis based on gravity method. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 10(2), 211–229. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v10i2.9705>
- Suhadiyatno. (2008). *Pemodelan Metode Gravitasi Tiga Dimensi Dengan Menggunakan Matlab*. Universitas Indonesia.
- Suhanto, E., Munandar, A., Kusnadi, D., & Kusuma, D. S. (2005). Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia, dan Geofisika Daerah Panas Bumi Jaboi, Kota Sabang - Nanggroe Aceh Darussalam. *Pemaparan Hasil Kegiatan Survei Panas Bumi*.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sherrif, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge University.
- Untung, M. (2001). *Dasar-Dasar Magnet Dan Gayaberat Serta Beberapa Penerapannya (Seri Geofisika)*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Yanis, M., Ismail, N., Hermansyah, L. V., Nanda, M., & Abdullah, F. (2019). Delineasi Sebaran Sesar Di Pulau Weh Berdasarkan Metode Fault Fracture Density (FFD). *Journal of Aceh Physics Society*, 8(1), 6–10.
- Yulistina, S. (2017). Studi Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Untuk Mengetahui Sistem Sesar Berdasarkan Analisis First Horizontal Derivative (FHD), Second Vertical Derivative (SVD), Dan 2,5D Forward Modeling Di Daerah Manokwari Papua Barat. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4(2).



- Zaenudin, A., Sarkwoi, M., & Suharno. (2013). Pemodelan Sintetik Gradien Gayaberat Untuk Identifikasi Sesar. *Prosiding Seminar Nasional, LPPM UNILA*.
- Zarkasyi, A. (2010). *Model Sistem Panas Bumi Daerah Jaboi Pulau Weh, Naggroe Aceh Darussalam Berdasarkan Analisis Geofisika (Gayaberat, Magnet, Geolistrik)*. Institut Teknologi Bandung.
- Zarkasyi, A., Rezky, Y., & Nurhadi, M. (2011). Keprospekan Panas Bumi Gunung Ungaran Berdasarkan Analisis Geosain Terpadu. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 6(3), 111–122. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v6i3.116>
- Zarkasyi, A., & Suhanto, E. (2013). Pemodelan Inversi 3D Gaya Berat dan Magnet Pada Sistem Panas Bumi Daerah Jaboi, Pulau Weh, Provinsi Aceh. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 8(1), 26–32. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v8i1.77>