

**ANALISIS ANOMALI GAYABERAT UNTUK DELINIASI  
SUB-CEKUNGAN SERTA IDENTIFIKASI STRUKTUR  
GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN SENGKANG  
W ILAYAH WATAMPONE BAGIAN BARAT, SULAWESI**

(Skripsi)

Oleh  
**Muhammad Rasyid Al Azmi**  
**1955051008**



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

**ANALISIS ANOMALI GAYABERAT UNTUK DELINIASI SUB-  
CEKUNGAN SERTA IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH  
PERMUKAAN CEKUNGAN SENGKANG WILAYAH WATAMPONE  
BAGIAN BARAT, SULAWESI**

**Oleh**

**Muhammad Rasyid Al Azmi**

**Skripsi**

**Sebagai Salah satu syarat untuk mencapai gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Geofisika  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

# ANALISIS ANOMALI GAYABERAT UNTUK DELINIASI SUB-CEKUNGAN SERTA IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN SENGGANG W ILAYAH WATAMPONE BAGIAN BARAT, SULAWESI

Oleh

**Muhammad Rasyid Al Azmi**

Daerah Watampone merupakan salah satu daerah yang termasuk ke dalam daerah lingkungan cekungan hidrokarbon Sengkang, Sulawesi Selatan. Cekungan Sengkang merupakan salah jenis cekungan yang terbentuk akibat aktifitas vulkanik dan tektonik yang kompleks menyebabkan daerah penelitian memiliki sub-cekungan serta struktur dan batas-batas deliniasi lingkungan yang memiliki potensi akan hidrokarbon. Untuk mengetahuinya dapat menggunakan data gayaberat. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona-zona patahan serta mengidentifikasi sub-cekungan kedalaman *modelling* bawah permukaan. Pengolahan data menggunakan analisis spektrum dan filter *moving average* untuk mendapatkan anomali residual sehingga dapat informasi mengenai pola-pola struktur geologi dan deliniasi lingkungan sub-cekungan berdasarkan variasi nilai densitas dan kontras densitas yang di duga keterdapatan struktur geologi. Selanjutnya untuk memvalidasi keberadaan struktur geologi dilakukan analisis *derivative* secara FHD (*First Horizontal Derivative*) dan SVD (*Second Vertical Derivative*) sehingga dapat mengestimasi zona-zona struktur geologi pembentuk hidrokarbon. Hasil dari analisis *derivative* didapatkan beberapa patahan normal dan naik pada setiap lintasan dan direkonstruksi dengan hasil pemodelan 2D dan 3D sehingga terlihat lingkungan sub-cekungan pada daerah penelitian dan memiliki potensi akan keterdapatan hidrokarbon. Berdasarkan *petroleum system* terlihat potensi keterdapatan *trap-trap* hidrokarbon berdasarkan patahan untuk zona hidrokarbon pada daerah penelitian.

Kata Kunci: Gayaberat, Analisis *Derivative*, Sub-Cekungan

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF GRAVITY ANOMALIES USING BY SUB-BASIN DELINEATION AND IDENTIFICATION OF SUBSURFACE GEOLOGICAL STRUCTURES OF THE SENGKANG BASIN IN THE WESTERN WATAMPONE REGION, SULAWESI***

*By*

**Muhammad Rasyid Al Azmi**

*The Watampone area is one of the areas included in the Sengkang hydrocarbon basin environment, South Sulawesi. The Sengkang Basin is a type of basin formed by complex volcanic and tectonic activities, causing the research area to have sub-basins as well as structures and delineated boundaries that have the potential for hydrocarbons. To find out, we can use gravity data. This study aims to identify fault zones and identify sub-basin depth subsurface modeling. Data processing uses spectrum analysis and moving average filters to obtain residual anomalies so as to obtain information on patterns of geological structures and delineation of sub-basin environments based on variations in density values and density contrasts that are suspected of the presence of geological structures. Furthermore, to validate the existence of geological structures, FHD (First Horizontal Derivative) and SVD (Second Vertical Derivative) derivative analysis was conducted to estimate the zones of hydrocarbon-forming geological structures. The results of derivative analysis obtained several normal and ascending faults on each track and reconstructed with 2D and 3D modeling results so that the sub-basin environment in the study area is visible and has the potential for hydrocarbon discovery. Based on the petroleum system, the potential for hydrocarbon traps based on faults for hydrocarbon zones in the study area can be seen.*

*Key word: Gravity; Derivative Analytics; Sub-Basins*

Judul Skripsi : **ANALISIS ANOMALI GAYABERAT UNTUK DELINIASI SUB-CEKUNGAN SERTA IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN SENGKANG WILAYAH WATAMPONE BAGIAN BARAT, SULAWESI**

Nama Mahasiswa : Muhammad Rasyid Al Azmi

Nomor Pokok Mahasiswa : 1955051008

Program Studi : Teknik Geofisika

Fakultas: : Teknik



**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

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

**Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.T., M.Eng., IPM.**  
NIP. 19890111 201903 1014

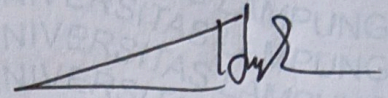
2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

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

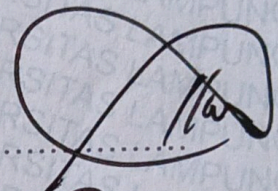
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

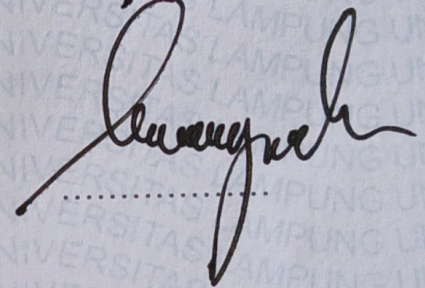
Ketua : **Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.T., M.Eng., IPM**



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



2. Dekan Fakultas Teknik



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

Tanggal Ujian Skripsi : **15 Desember 2023**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan karya dari orang lain, sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Adapun berbagai kutipan di dalam skripsi ini merupakan karya orang lain yang telah ditulis sesuai dengan kaidah dan etika penulisan sebagaimana yang telah dicantumkan dalam daftar pustaka dan sesuai dengan aturan yang berlaku.

Apabila pernyataan ini tidak benar seperti yang disampaikan, saya bersedia dikenakan sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 Desember 2023



**Muhammad Rasyid Al Azmi**  
**NPM. 1955051008**

## RIWAYAT HIDUP



Muhammad Rasyid Al Azmi dilahirkan di Lintau Buo pada tanggal 30 Desember tahun 2000. Saya adalah anak kedua dari tiga bersaudara, anak dari Bapak M.Azmi Nusa (alm) dan Ibu Alfi Syukriati. Bersekolah di TK Cikini terletak di Berau, Kalimantan Timur dan selesai pada tahun 2006, kemudian melanjutkan sekolah di SDS Cikini, SDN 004 Pekanbaru, Riau, SDIT Al-Azhar Kota Jambi, Jambi dan SDN 06 Kota Jambi, Jambi dan selesai pada tahun 2012. Lalu pendidikan selanjutnya di SMPS YPMM, Tanjung Jabung Barat, Jambi selama 3 tahun dan selesai pada tahun 2016, pendidikan menengah atas di MAN 1 Model Bukittinggi, Sumatera Barat yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Universitas Lampung dan melakukan studi di Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Selama berkuliah penulis aktif dalam kegiatan keorganisasian di kampus, baik Jurusan, Fakultas dan Universitas. Penulis pernah menjadi anggota bidang Humas FOSSI-FT UNILA periode 2020-2021, kemudian menjadi anggota bidang Sosial Budaya Masyarakat (SBM) di Himpunan Mahasiswa TG Bhuwana UNILA periode 2022, lalu SEG SC UNILA sebagai anggota Publikasi dan Dokumentasi. Pada Juli tahun 2022 penulis melakukan kerja praktik di Pusat Survei Geologi (PSG) Bandung dengan judul **“ANALISIS ANOMALI GAYA BERAT MENGGUNAKAN METODE *DERIVATIVE* UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DI DAERAH LEMBAR GEOLOGI PANGKAJENE DAN WATAMPONE BAGIAN BARAT, SULAWESI”** dan melanjutkan penelitian di tempat yang sama pada bulan Mei



tahun 2023 dengan judul **“ANALISIS ANOMALI GAYABERAT UNTUK DELINIASI SUB-CEKUNGAN SERTA IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN SENGKANG WILAYAH WATAMPONE BAGIAN BARAT, SULAWESI”** dan berhasil menyelesaikannya pada bulan Desember tahun 2023 sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan Puji dan Rasa Syukur kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuina-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

### **AYAH DAN IBU TERCINTA**

Yang tidak pernah berhenti memberikan kasih sayang, doa, dukungan, motivasi, semua tenaga dan keringat serta banyak dukungan lainnya yang tidak akan pernah terhingga sampai kapanpun.

### **ABANG DAN ADIK TERSAYANG**

Terimakasih atas segala doa, semangat dan dukungannya.

### **Teknik Geofisika Universitas Lampung 2019**

Terimakasih atas semua doa, harapan dan perjuangan serta telah menjadi bagian dalam perjalanan saya selama berkuliah di Teknik Geofisika Universitas Lampung.

### **Keluarga Besar Teknik Geofisika Universitas Lampung**

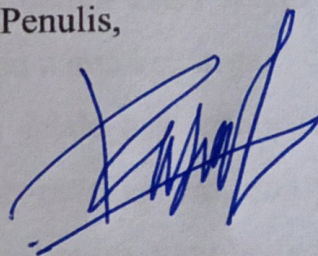
**Semua pihak yang terlibat dalam proses pembuatan dan penyusunan skripsi ini, saya ucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya**

## KATA PENGANTAR

Dalam penyusunan skripsi dengan judul "**Analisis Anomali Gaya Berat Untuk Deliniasi Sub-Cekungan Serta Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Senggang Wilayah Watampone Bagian Barat, Sulawesi**", penulis ingin menyampaikan hasil penelitian sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Terimakasih atas bimbingan dari Bapak Pembimbing I (Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.), Bapak Pembimbing II (Ir. Rahmat Catur Wibowo, S.T., M.Eng., IPM.) dan Bapak Penguji (Karyanto, S.Si., M.T yang sangat berarti dalam pengembangan ide dan pemahaman penulis. Kemudian terima kasih kepada semua pihak yang turut serta mendukung langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi siapapun yang membacanya.

Bandar Lampung, 21 Desember 2023

Penulis,



**Muhammad Rasyid Al Azmi**  
**NPM. 1955051008**

## SANWACANA

Puji dan Syukur penulis haturkan kepada Kehadirat Allah *Subhana Wa Ta'ala* Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tidak lupunya penulis menyampaikan Sholawat beserta salam buat Nabi Muhammad *Salallahu 'Alaihi Wassalam* yang telah membawa ajaran Islam dan telah menjadi contoh dan teladan untuk seluruh umat manusia.

Skripsi ini berjudul " **Analisis Anomali Gaya Berat Untuk Deliniasi Sub-Cekungan Serta Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Senggang Wilayah Watampone Bagian Barat, Sulawesi** ", yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

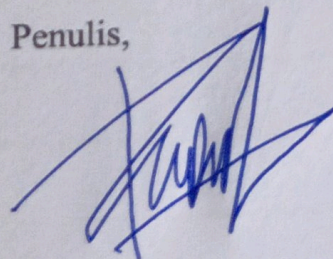
Penulis menyadari bahwasanya dalam penyusunan skripsi ini melibatkan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa termakasih kepada:

1. **Allah *Subhana Wa Ta'ala***, yang selalu memberikan hidayah, nikmat dan karunia-Nya yang tidak berhenti mengiringi setiap langkah penulis dalam menyelesaikan segala urusan di dunia ini.
2. **Ayah, M. Azmi Nusa**, yang selalu dirinndukan dan motivasi dalam menyelesaikan studi, wasiat dan pesan beliau akan selalu menjadi cambuk untuk lebih baik agar dapat membaggakan nama keluarga.
3. **Umi, Alfi Syukriati**, umi tercinta yang selalu ada dalam setiap aspek hidup anak-anaknya dan selalu memberikan apapun berserta doa yang takhentinya, akan menjadi selalu motivasi dan semangat untuk membanggakan beliau.

4. **Bapak Karyanto, S.Si., M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lmapung. Yang telah mengorbankan waktu dan tenaganya untuk serta memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
5. **Bapak Dr. Ir. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.** selaku pembimbing pertama skripsi penulis yang selalu meluangkan waktu, memberikan banyak masukan, saran, motivasi dan arahan selama pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.
6. **Bapak Ir.Rahmat Catur Wibowo, S.T., M.Eng., IPM.** selaku pembimbing kedua skripsi yang meluangkan waktu, memberikan masukan, saran dan juga motivasi kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
7. **Bapak Karyanto, S.Si., M.T.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan dan penjelasan bagi penulis dalam penulisan skripsi ini.
8. **Dosen-dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.** Yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan yang sangat banyak serta bermanfaat bagi penulis.
9. Teman-teman kontrakan 19 yakni Wanda, Haidar, Dany, Fariz, dan Jefri serta pengunjung setia kontrakan Halim, Nicko, Abi, Cuyung, Komti
10. Keluarga besar Teknik Geofisika 2019 yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu ada di setiap kenangan dan perjalanan penulis sampai dengan menyelesaikan skripsi ini.
11. Keluarga KKN Sumbar 1 yakni Wanda, Zaid, Popy, Vira, Hani dan Rifda yang selalu memotivasi dan mengingatkan dalam kebaikan serta penyelesaian skripsi ini.
12. Semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandar Lampung, 21 Desember 2023

Penulis,



**Muhammad Rasyid Al Azmi**  
**NPM. 1955051008**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	<b>1</b>
1.2. Tujuan Penelitian .....	<b>3</b>
1.3. Batasan Masalah Penelitian .....	<b>3</b>
1.4. Manfaat Penelitian .....	<b>3</b>
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Lokasi Daerah Penelitian .....	<b>4</b>
2.2. Geologi Regional Daerah Penelitian.....	<b>6</b>

2.3. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	8
2.4. Tatanan Tektonik .....	10
2.5. Cekungan Sedimen Sengkang.....	12
<b>III. TEORI DASAR.....</b>	<b>14</b>
3.1. Metode Gayaberat.....	14
3.2. Konsep Dasar Gayaberat.....	15
3.3. Anomali Bouguer.....	19
3.4. Analisis Spektrum.....	20
3.5. Filter <i>Moving Average</i> .....	23
3.6. <i>Second Vertical Derivative (SVD)</i> .....	25
3.7. <i>First Horizontal Derivative (FHD)</i> .....	26
3.8. <i>Forward Modelling 2D</i> .....	27
3.9. <i>Inverse Modelling 3D</i> .....	27
<b>IV. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
4.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
4.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	29
4.3. Prosedur Penelitian .....	30
4.4. Diagram Alir Penelitian.....	35
<b>V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
5.1. Anomali Bouguer Lengkap.....	36
5.2. Analisis Spektrum.....	38
5.3. Pemisahan Anomali Regional dan Residual .....	49
5.4. <i>First Horizontal Derivative (FHD)</i> .....	54
5.5. <i>Second Vertical Derivative (SVD)</i> .....	56
5.6. Analisis <i>Derivative</i> .....	58
5.7. <i>Forward Modelling 2D</i> .....	69

5.8. <i>Inverse Modelling</i> 3D .....	78
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	93
6.1. Kesimpulan .....	93
6.2. Saran .....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	95



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian .....	5
Gambar 2. Peta Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat.....	7
Gambar 3. Konten Stratigrafi Peta daerah Penelitian .....	9
Gambar 4. Mandala Tektonika Sulawesi .....	11
Gambar 5. Peta Cekungan Indonesia .....	13
Gambar 6. Gaya Tarik Menarik antara Dua Buah Benai .....	15
Gambar 7. Potensial dan Kuat Medan Massa 3 Dimensi .....	17
Gambar 8. Kurva Ln A terhadap K.....	23
Gambar 9. Nilai <i>Gradien Horizontal</i> .....	27
Gambar 10. Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 11. Peta Anomali Bougeur Lengkap Daerah Penelitian.....	37
Gambar 12. Lintasan Analisis Spekturm .....	39
Gambar 13. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 1 .....	40
Gambar 14. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 2 .....	41
Gambar 15. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 3 .....	42
Gambar 16. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 4 .....	43
Gambar 17. Grafiik Ln (A) vs K Lintasan 5 .....	44
Gambar 18. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 6 .....	45
Gambar 19. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 7 .....	46
Gambar 20. Grafik Ln (A) vs K Lintasan 8 .....	47
Gambar 21. Peta Anomali Bougeur Regional Daerah Penelitian .....	51

Gambar 22.	Peta Anomali Residual Daerah Penelitian .....	53
Gambar 23.	Peta FHD ( <i>First Horizontal Derivative</i> ) Daerah Penelitian.....	55
Gambar 24.	Peta SVD ( <i>Second Vertical Derivative</i> ) Daerah Penelitian .....	57
Gambar 25.	Peta Lintasan Analisis <i>Derivative</i> pada Anomali Bougeur.....	59
Gambar 26.	Peta Lintasan Analisis <i>Derivative</i> pada Peta Geologi.....	60
Gambar 27.	Peta Lintasan 1 Analisis <i>Derivative</i> Daerah Penelitian.....	62
Gambar 28.	Peta Lintasan 2 Analisis <i>Derivative</i> Daerah Penelitian .....	64
Gambar 29.	Peta Lintasan 3 Analisis <i>Derivative</i> Daerah Penelitian .....	66
Gambar 30.	Peta Lintasan 4 Analisis <i>Derivative</i> Daerah Penelitian .....	68
Gambar 31.	<i>Forward Modelling</i> Lintasan 1 .....	70
Gambar 32.	<i>Forward Modelling</i> Lintasan 2 .....	72
Gambar 33.	<i>Forward Modelling</i> Lintasan 2 .....	74
Gambar 34.	<i>Forward Modelling</i> Lintasan 4 .....	76
Gambar 35.	<i>Inverse Modelling</i> Daerah Penelitian .....	79
Gambar 36.	Lintasan <i>Inverse Modelling</i> .....	80
Gambar 37.	Lintasan 1 <i>Inverse Modelling</i> .....	82
Gambar 38.	Lintasan 2 <i>Inverse Modelling</i> .....	84
Gambar 39.	Lintasan 3 <i>Inverse Modelling</i> .....	86
Gambar 40.	Lintasan 4 <i>Inverse Modelling</i> .....	88
Gambar 41.	Peta Pola Sub-Cekungan Daerah Penelitian .....	90
Gambar 42.	Peta Deliniasi Sub-Cekungan Daerah Penelitian .....	91
Gambar 43.	Estimasi Volume Densitas Rendah Daerah Penelitian.....	92

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Penelitian

Wilayah Indonesia merupakan daerah tektonik aktif yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia di Utara, lempeng Indo-Australia di Selatan dan lempeng Pasifik di Timur serta diantara ke tiga lempeng utama tersebut terdapat lempeng kecil yaitu lempeng Filipina. Dampak positifnya adalah terdapatnya panas bumi, mineral tambang dan gas bumi, panorama yang menarik seperti pegunungan, flora dan fauna baik dipermukaan maupun dibawah laut dan sebagainya. Sedangkan dampak negatif dari keadaan tektonik Indonesia adalah sebagian besar wilayah menjadi rawan terhadap bencana alam, salah satunya adalah gempa bumi (Sato, 2010).

Pulau Sulawesi dan pulau-pulau kecil di sekitarnya mempunyai kondisi geologi yang kompleks. Hal ini disebabkan kawasan tersebut merupakan tempat tumbukan aktif dari tiga lempeng (*triple junction*): Lempeng Hindia-Australia yang bergerak relatif ke arah utara, Lempeng Eurasia yang relatif diam dan Lempeng Pasifik di timur. Sulawesi dan daerah sekitarnya mempunyai struktur geologi, terutama sesar yang sifatnya regional. Struktur geologi utama Sulawesi di antaranya Sesar Palu-Koro, Sesar Walanae, Sesar Matano, Sesar Batui, Sesar Naik Poso, Sesar Balantak, Sesar Gorontalo, Tunjaman Sulawesi Utara, dan Teluk Bone. Sesar-Sesar aktif tersebut seringkali menjadi penyebab timbulnya gempa di wilayah Sulawesi berdasarkan data kegempaan, khususnya yang ada di Wilayah Sulawesi bagian Selatan (Surono & Hartono, 2015).

Daerah penelitian termasuk kedalam bagian zona Cekungan Sengkang yaitu merupakan salah satu cekungan yang terletak di Kabupaten Bone dan Soppeng, Sulawesi Selatan. Cekungan Sengkang merupakan salah satu daerah di timur indonesia yang memiliki potensi hidrokarbon berupa gas bumi. Hal ini

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Densitas batuan .....	19
Tabel 2. Operator SVD Elkins 1951 .....	26
Tabel 3. Alat dan bahan serta kegunaannya.....	29
Tabel 4. Pelaksanaan kegiatan penelitian.....	34
Tabel 5. Tabel rata-rata kedalaman .....	48
Tabel 6. Tabel perhitungan lebar jendela .....	49

didukung oleh beberapa penelitian terdahulu oleh Yanuaria S.D pada tahun 2013. Kemudian dengan pemodelan geologi untuk potensi eksplorasi hidrokarbon Blok Defend Sengkang, Sulawesi Selatan menggunakan metode seismik dan penelitian mengenai sinyal geomagnetik di cekungan Sengkang implikasi terhadap pola struktur dan konfigurasi batuan alas cekungan sengkang oleh Setyanta dan Subagio tahun 2013 yang memodelkan bawah permukaan pada daerah lingkup cakupan dari cekungan Sengkang pada daerah penelitian

Pada penelitian ini akan membahas mengenai struktur bawah permukaan baik berupa sesar maupun patahan yang terdapat di Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone Bagian Barat terkhusus nya pada daerah Watampone Bagian Barat. Keadaan Struktur geologi pada daerah penelitian yang menjadi penyebab terjadinya bencana seperti gempa bumi maupun aktivitas tektonik lainnya. Maka dari itu untuk memperoleh informasi geologi yang lebih akurat dan detail, perlu dilakukan pemetaan geologi bawah permukaan dengan skala yang lebih besar sehingga dapat memetakan struktur-struktur bawah permukaan tersebut.

Pada daerah penelitian sendiri termasuk ke dalam zona cekungan sedimen, yang mana cekungan sedimen ini dapat menjadi suatu potensi dalam minyak di Indonesia. Cekungan tersebut tergolong ke blok cekungan sengkang. Identifikasi struktur geologi bawah permukaan untuk mendelineasi zona batubatas sub-cekungan sebagai validasi keterdapatannya sub-cekungan. digunakan analisis derivative berupa metode *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD). Analisis FHD digunakan untuk mengetahui letak keberadaan patahan dan analisis SVD digunakan untuk mengonfirmasi keberadaan patahan, serta menduga jenis patahan tersebut. Selanjutnya dilakukan *inverse modelling* secara 3D dan juga *forward modelling* secara 2D yang akan dikorelasikan dengan data patahan. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi informasi awal terkait pola struktur bawah permukaan dan juga deliniasi sub-cekungan pada daerah penelitian.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam pelaksanaan Skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi zona patahan dengan menggunakan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD) dan *First Horizontal Derivative* (FHD).
2. Mendapatkan model bawah permukaan wilayah Sub-Cekungan Sengkang, Sulawesi berdasarkan 3D *Inverse modelling* dan 2D *forward modelling*.
3. Mengidentifikasi Sub-Cekungan Sengkang, Sulawesi berdasarkan analisis struktur dan pemodelan bawah permukaan.

## 1.3. Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah dalam pelaksanaan Skripsi ini adalah

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder gayaberat dari pengukuran gayaberat oleh Pusat Survei Geologi Tahun 1990.
2. Daerah penelitian mencakup daerah Kabupaten Soppeng dan Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan dan tergabung dalam Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat.
3. Pengolahan data dilakukan sampai dengan analisis pemodelan 3D *inverse modelling*.

## 1.4. Manfaat Penelitian

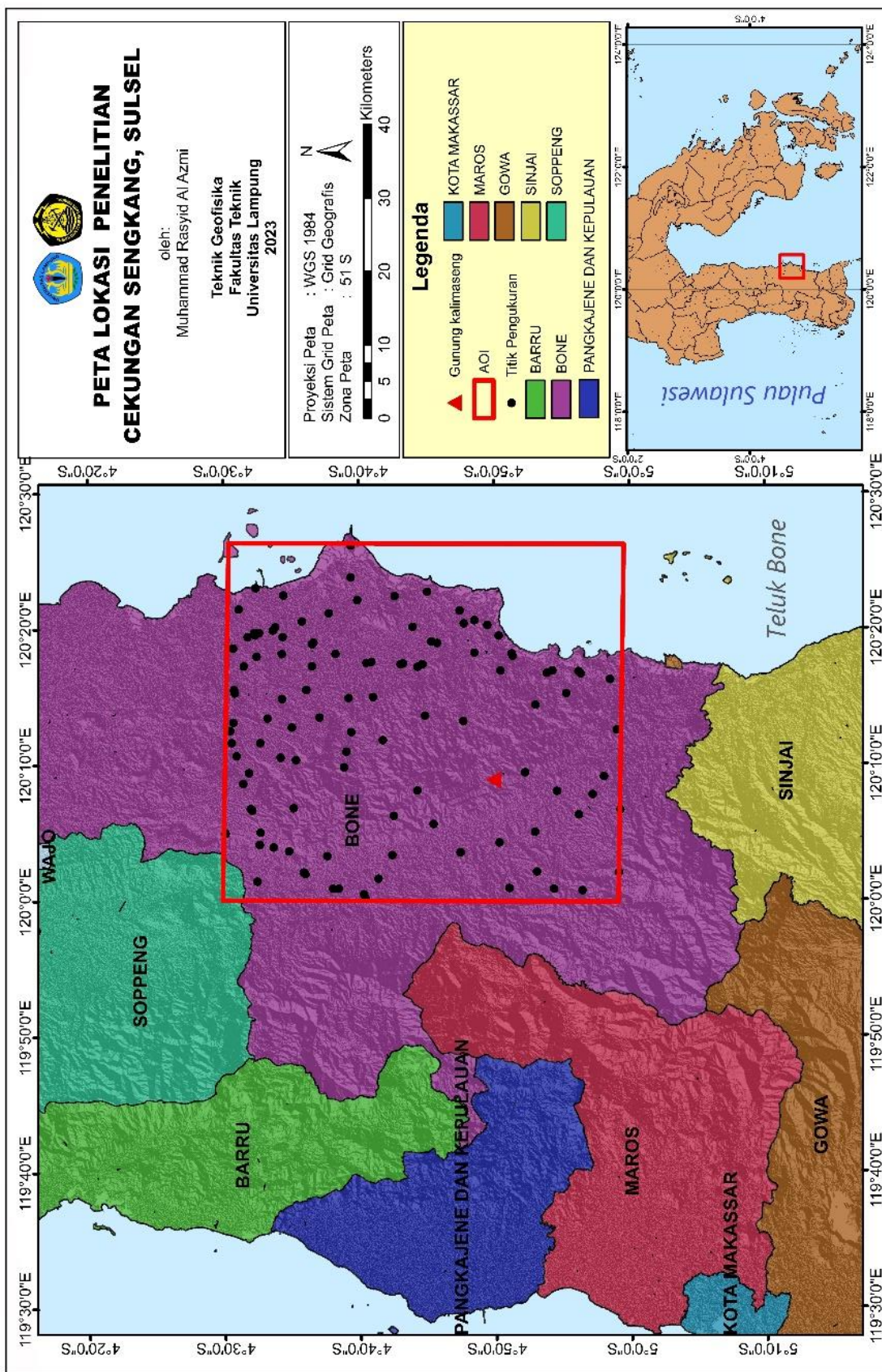
Adapun manfaat dalam pelaksanaan Skripsi ini adalah

1. Memberikan informasi gambaran geologi pada daerah penelitian berdasarkan variasi nilai anomali dan gambaran litologi serta model bawah permukaan pada Sub-Cekungan Sengkang, Sulawesi.
2. Mengetahui struktur geologi pada daerah penelitian berdasarkan hasil analisis data gayaberat *Second Vertical Derivative* (SVD) serta mengetahui sebaran sub-cekungan Sengkang, Sulawesi.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Lokasi Daerah Penelitian**

Lokasi daerah penelitian yang digunakan pada penelitian ini terletak di Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat, pada peta administrasi daerah penelitian luasan data mencakup Kabupaten Bone dan Kabupaten Soppeng Sulawesi Selatan. Daerah penelitian sendiri tergolong ke dalam daerah cekungan hidrokarbon Sengkang keseluruhan pada lingkup data penelitian. Secara geografi, terletak pada koordinat  $120^{\circ}0'0''$ –  $120^{\circ}28$  dan  $4^{\circ}$ –  $8^{\circ}$ LS. Untuk peta lokasi daerah penelitian yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

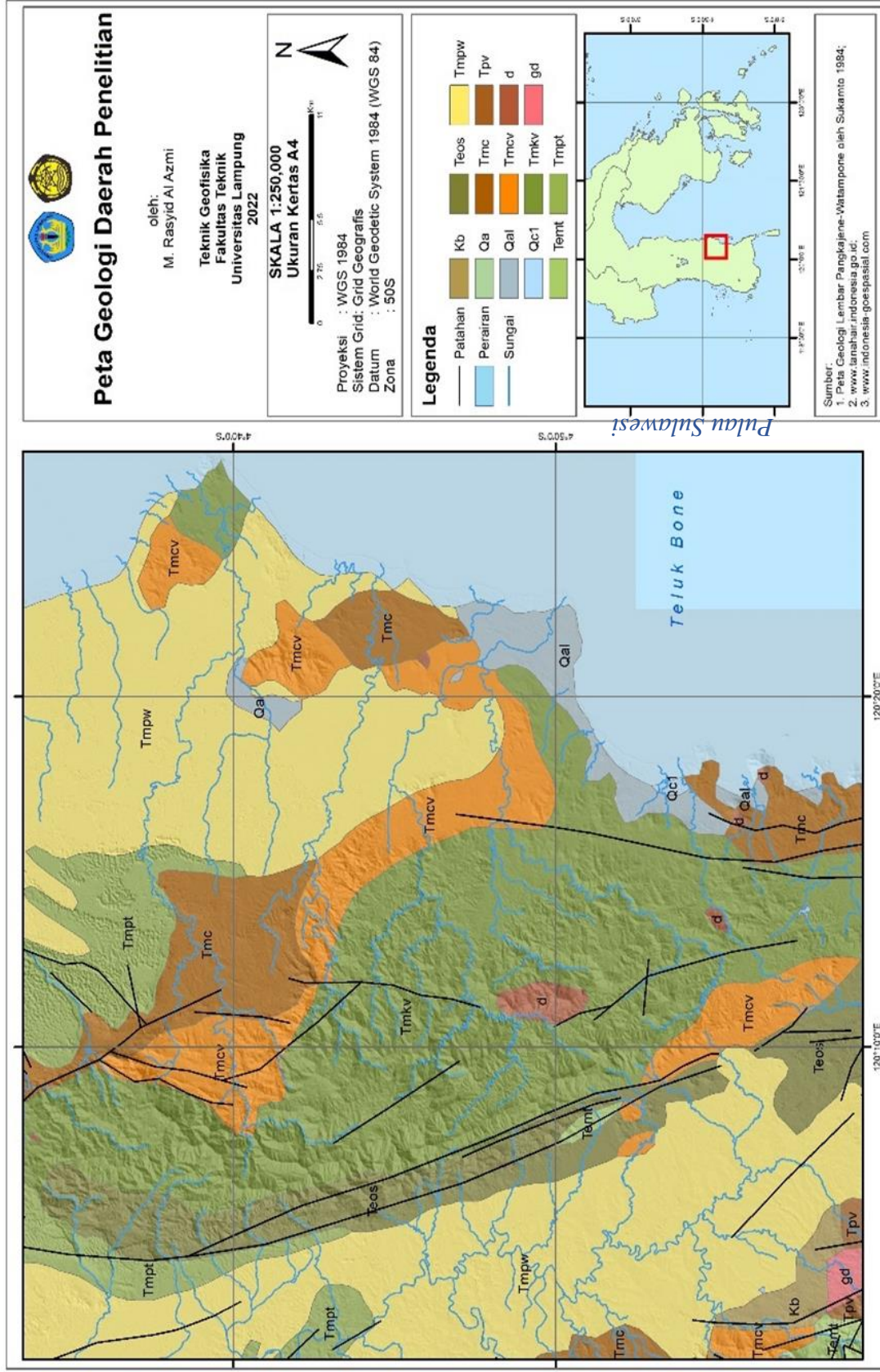


## 2.2. Geologi Regional Daerah Penelitian

Daerah lokasi penelitian berada pada (**Gambar 2**) merupakan peta geologi daerah penelitian. Daerah penelitian sendiri tersusun dari beberapa formasi batuan yang dapat kita lihat pada Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi. Pulau Sulawesi sendiri memiliki berbagai macam tektonika didalamnya, hal itu dapat dipengaruhi letak pulau yang diapit berbagai lempeng disekitarnya dan juga tektonika regional pada pulau sulawesi sendiri.

Proses tektonika pada lingkungan daerah penelitian di bagian barat berlangsung dari kala trias sampai Miosen Awal. Pada zaman Miosen Awal mulai terjadi peristiwa vulkanisme yang berujung terbentuknya gunung api Kalimaseng dilereh pegunungan sebelah barat. Akhir kegiatan gunungapi Miosen Awal itu diikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya permulaan terban Walanae yang kemudian menjadi cekungan tempat pembentuk Formasi Walanae. Menurunnya terban Walanae dibatasi oleh dua sistem sesar normal, yaitu sesar Walanae dan sesar Soppeng.

Sesar utama yang berarah utara-baratlaut terjadi sejak Miosen Tengah, dan tumbuh sampai setelah Pliosen. Perlipatan besar yang berarah hampir sejajar dengan sesar utama diperkirakan terbentuk sehubungan dengan adanya tekanan mendatar berarah kira-kira timur-barat pada waktu sebelum akhir Pliosen. Tekanan ini mengakibatkan pula adanya sesar sungkup lokal yang menyasarkan batuan Pra-Kapur Akhir. Perlipatan dan pensesaran yang relatif lebih kecil di bagian barat di pegunungan barat yang berarah barat laut-tenggara dan merencong, kemungkinan besar terjadi oleh gerakan mendatar ke kanan sepanjang sesar besar (Sukamto, 1982).



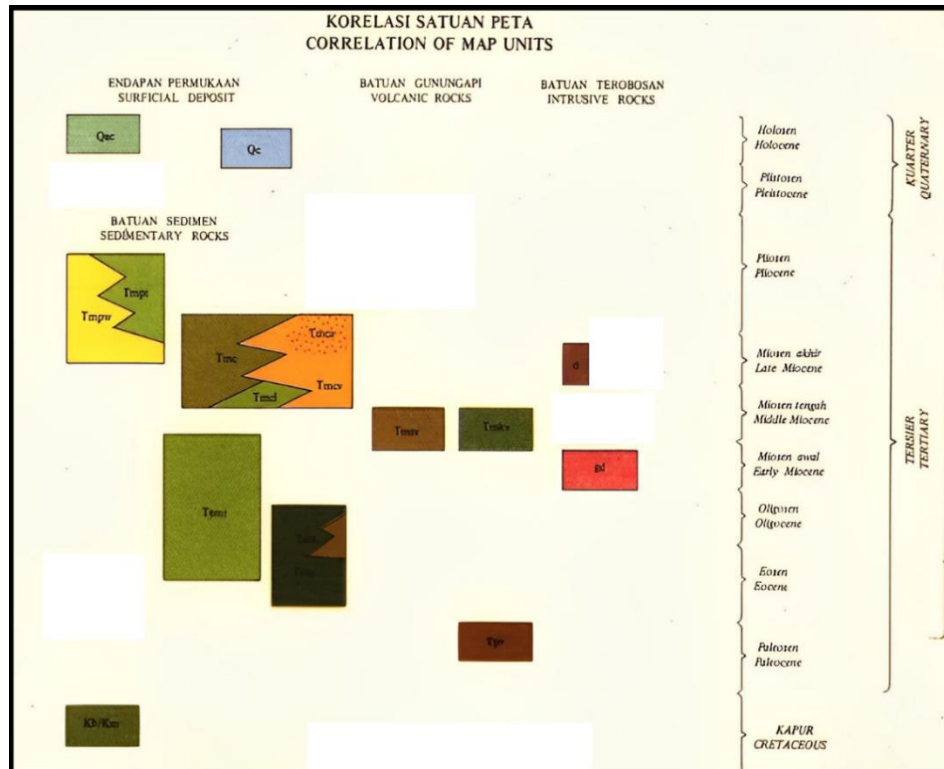
**Gambar 2.** Peta Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat (Sukamto, 1982 )

### 2.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Pulau Sulawesi sendiri terbagi menjadi tiga mandala geologi, yang didasarkan pada perbedaan litologi stratigrafi, struktur dan sejarahnya. Ketiga mandala tersebut adalah Mandala Sulawesi bagian Barat, Mandala Sulawesi bagian Timur, dan Mandala Banggai Sula, dari ketiga mandala tersebut secara orogen yang paling tua adalah Mandala Sulawesi Timur dan yang termuda adalah Mandala Sulawesi bagian Barat (Sukamto, 1982).

Pada lingkup daerah penelitian sendiri tergolong ke dalam Mandala Barat, yang mana dapat diketahui bahwa Mandala Barat tersebut pada daerah penelitian tergolong ke dalam 3 batuan. Batuan ultrabasa (*Ub*), batuan malihan (*s*) dan kompleks batuan *Mélange* (*m*). Batuan ultrabasa yang terdiri dari batuan peridotit, batuan malihan yang sebagian besar adalah batuan sekis dan sediki geneis, sementara kompleks batuan *mélange* terdiri dari grewake, breksi, konglomerat, batupasir; terkersikkan, serpih kelabu, serpih merah, rijang radiolaria merah, batusabak, sekis, ultramafik, basal, diorit dan lempung yang terbentuk pada zaman Triassic sampai Jurassic. Dari 3 Mandala tersebut merupakan batuan tertua serta *basement* dari formasi-formasi batuan yang ada paada pulau Sulawesi.

Pengendapan di Cekungan Sengkang bagian timur dan tergolong ke dalam daerah penelitian dimulai pada miosen awal Mudstones dan Limestones berumur miosen akhir diendapkan diatas basement vulkanik berumur Eosen. Selama Miosen tengah dengan tektonik yang aktif, pengendapan disela oleh dua periode dari deformasi dan erosi. Pengendapan karbonat mulai terbentuk pada Miosen akhir dan limestones dan menyebar luas sepanjang cekungan Sengkang bagian timur. Daerah-daerah *reef-pinnacle* yang tebal berkembang diatas limestones *platform*, pada area dimana pertumbuhan *reef* harus menjaga langkah dengan kenaikan relatif permukaan laut. Pertumbuhan *reef* berhenti pada akhir miosen (Sukamto, 1982).



**Gambar 3.** Konten Stratigrafi Peta daerah Penelitian (Modifikasi Peta Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat Sukamto, 1982)

Berdasarkan Peta Lembar Geologi Pangkajene dan Watampone bagian Barat (Sukamto,1982). Pada daerah penelitian sendiri terdapat beberapa formasi batuan yang diantaranya sebagai berikut:

### 3.2.1 Endapan Alluvium Danau dan Pantai (Qac)

Lempung, lanau, lumpur pasir dan kerikil di sepanjang sungai besar, di sekitar lekuk danau tempe, dan di sepanjang pantai.

### 3.2.2 Terumbu Korall (Qc)

Batugamping terumbu, di beberapa tempat di sepanjang pantai terangkat membentuk singkapan.

### 3.2.3 Anggota Tacipi dari Formasi Walanae (Tmpt)

Batugamping koral dengan sisipan batugamping berlapis, napal, batulempung, batupasir, dan tufa.

### 3.2.4 Formasi Walanae (Tmpw)

Batupasir berselingan dengan batulanau, tufa, napal, batulempung, kolangmerat dan batugamping.

### 3.2.5 Formasi Camba (Tmc)

Batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunung api; batupasir, tufan berselingan tufa, batupasir, batulanau dan batulempung; bersisipan dengan napal, batugamping kolongmerat dan breksi gunung api.

### 3.2.6 Batuan Gunung Api Formasi Camba (Tmcv)

Batuan gunung api bersisipan batuan sedimen laut; breksi, lava, tufa, kolongmerat.

### 3.2.7 Batuan Gunung Api Kalimaseng (Tmkv)

Lava dan breksi, dengan sisipan tufa, batupasir, batulempung dan napal.

### 3.2.8 Formasi Salo Kalumpang (Teom I/Teos)

Batupasir, serpir dan batulempung. berselingan dengan konglomerat gunungapi, breksi dan batupasir

### 3.2.9 Formasi Balangbaru (Kb/Km)

Sedimen tipe *flysch*; batupasir berselingan dengan batulanau, batulempung dan serpih bersisipan kolongmerat.

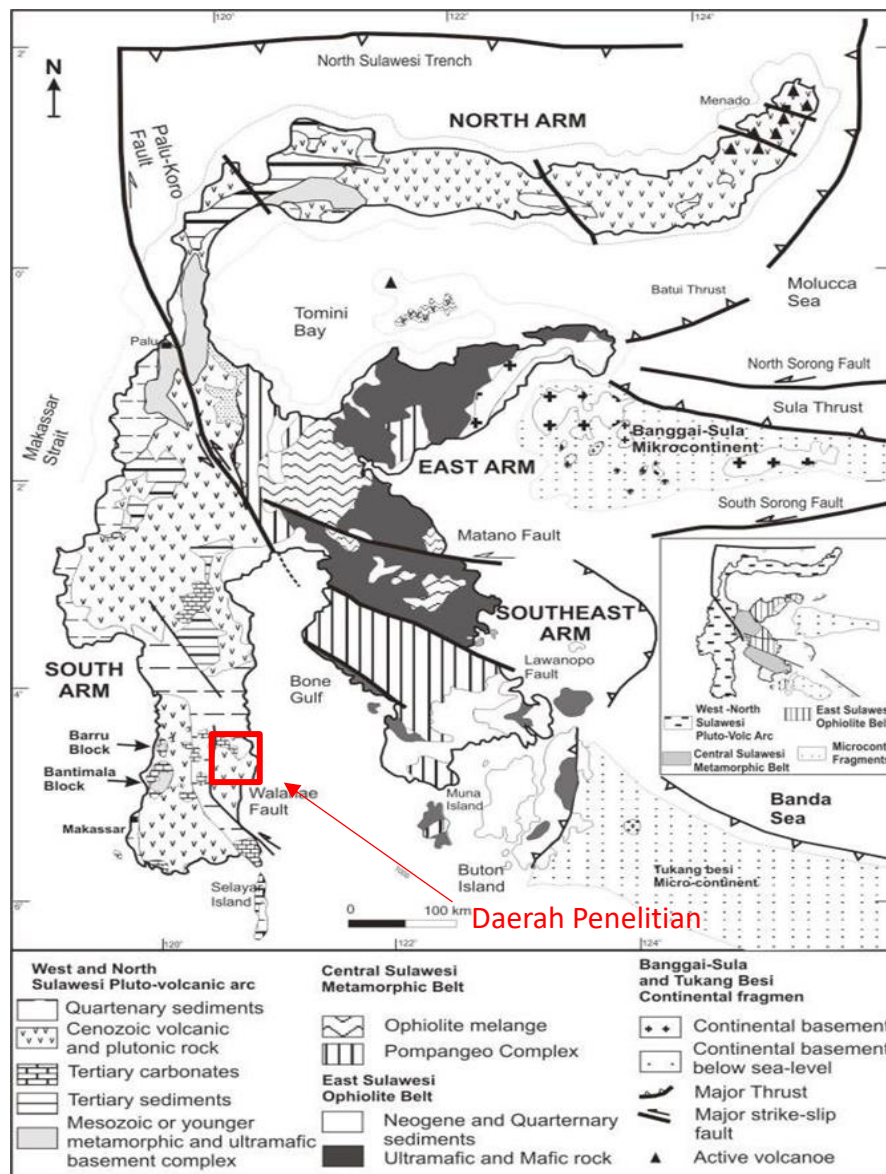
### 3.2.10 Diorit (d) dan Granodiorit (gd)

Merupakan batuan terobosan atau intrusif yang terbentuk pada zaman tersier tepatnya miosen awal dan akhir

## 2.4. Tatanan Tektonik

Pada (**Gambar 4**) dapat terlihat Sulawesi terletak di sebelah barat Lempeng Pasifik, di sebelah barat laut Lempeng Indo-Australia, dan di sebelah timur Lempeng Eurasia, sehingga evolusi tektoniknya sangat dipengaruhi oleh berbagai macam mekanisme pergerakan lempeng – lempeng pengapitnya. Tektonika daerah Sulawesi merupakan pengaruh bersama dari kegiatan-kegiatan lempeng di sekitarnya. Di bagian timur-tenggara dan timur-utara pengaruh utamanya adalah gerakan sesar-sesar transform yang mendorong benua reik terangkut ke arah barat dan barat laut, sementara dari arah barat berkaitan dengan pemekaran benua Eurasia yang menghasilkan terbukanya Selat Makassar, dari arah timur-laut berkaitan dengan gerakan ke barat lempeng Pasifik, sementara dari arah utara berkaitan dengan rotasi laut Sulawesi (Hall & Wilson, 2000).

Tektonik Sulawesi sendiri tak lepas dari berbagai peristiwa tektonik regional yang mengapit pulau Sulawesi dan juga aktivitas tektonik lokal yang beraneka ragam pada pulau Sulawesi, seperti pemekaran di Selat Makassar, rotasi dasar Laut Sulawesi, serta kegiatan-kegiatan tektonik di timur Sulawesi tersebar di daerah Banggai – Sula serta Kendari, Muna dan Buton.



**Gambar 4.** Mandala Tektonika Sulawesi (Modifikasi Hall & Wilson ,2000)

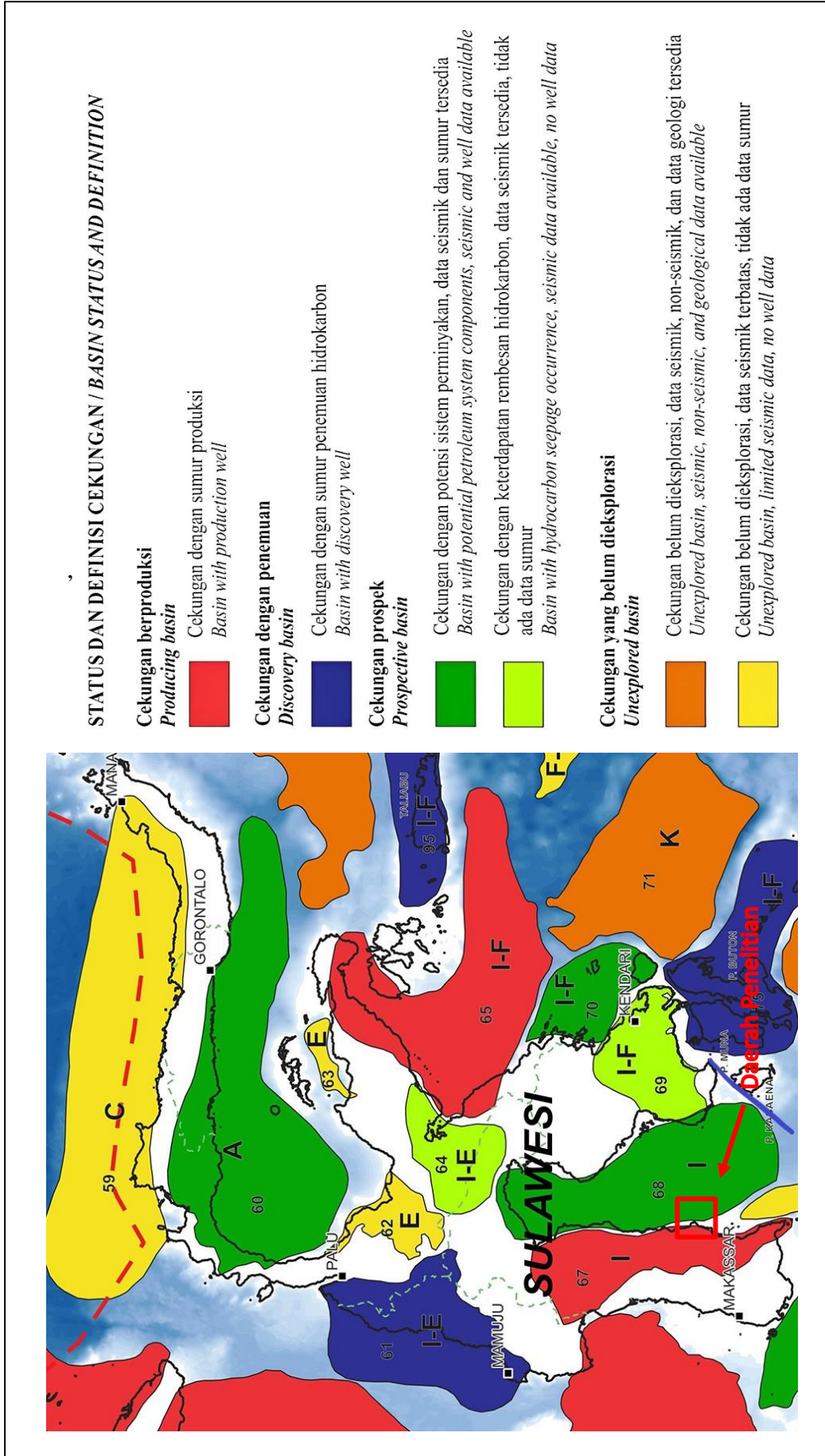
Berdasarkan Surano dan Hartanto pada tahun 2015, tektonik pada Pulau Sulawesi tergolong menjadi lima periode tektonik, yaitu tektonik ekstensional Mesozoikum, tunjaman Kapur, tunjaman Paleogen, tumbukan Neogen, dan

tunjaman ganda Kuarter. Tektonik ekstensional Mesozoikum ditandai dengan terpisahnya kepingan benua yang sekarang terdapat di Bagian Timur Sulawesi dari Australia. Pada umur Kapur terjadi tunjaman miring di proto Sulawesi. Tunjaman kemudian terjadi kembali pada umur Paleogen antara Bagian Timur Sulawesi dengan zona akresi Kapur Awal Benua Eurasia. Tumbukan Neogen merupakan tumbukan antara kompleks ofiolit dengan keping benua di Bagian Timur Sulawesi. Pada umur Kuarter terjadi dua tumbukan yaitu, tumbukan di utara dan tumbukan ganda di timur laut Sulawesi. Tumbukan di Lengan Utara Sulawesi terjadi antara Lempeng Samudra Laut Sulawesi di bawah Lengan Utara Sulawesi.

## 2.5. Cekungan Sedimen Sengkang

Berdasarkan (**Gambar 5**) pada daerah penelitian termasuk kepada zona cekungan sedimen sengkang dengan luasan  $16.945 \text{ km}^2$ . Cekungan sengkang merupakan *onshore basins* yang paling utama di Sulawesi, cekungan *onshore basins* atau cekungan darat. Cekungan darat ini adalah cekungan struktural yang berkembang berdekatan dan sejajar dengan sabuk pegunungan. Klasifikasi cekungan berdasarkan tataan tektonik menunjukkan bahwasanya cekungan sengkang masuk kategori lembah merekah (*Rifting Valley*) yang terbentuk akibat tektonik *ekstensional* (Badan Geologi, 2020).

Cekungan sengkang merupakan kategori cekungan yang telah produksi, hingga saat ini terdapat 13 sumur produksi hidrokarbon yang tersebar di daerah kampung baru, Walanga, Sampi-sampi dan Bonge yang memiliki cadangan gas sebesar  $\pm 800 \text{ BCF}$  dan memiliki sumber energi sebesar  $\pm 2 \text{ TCF}$  pada Blok Sengkang dan memiliki luasan kerja seluas  $2,925.23 \text{ km}^2$  dan masih berjalan hingga sekarang (*Energi Equity Epic Sengkang, 2023*). Pada daerah penelitian sendiri belum tergolong ke dalam lingkup daerah produksi hidrokarbon, berdasarkan formasi batuan yang ada tidak menutup kemungkinan lapangan kerja hidrokarbon baru pada daerah penelitian



Gambar 5. Peta Cekungan Indonesia (Badan Geologi, 2020)



### III. TEORI DASAR

#### 3.1. Metode Gayaberat

Metode gayaberat adalah metode yang mengukur nilai variasi percepatan gravitasi di bumi dan parameter fisis batuan yang utama didapat dari metode ini adalah densitas, metode ini mengukur perubahan anomali percepatan gravitasi akibat perbedaan densitas (Telford dkk, 1990).

Survey gayaberat adalah usaha untuk menggambarkan bentuk/struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi medan gayaberat bumi yang ditimbulkan oleh perbedaan densitas (rapat massa). Dalam prakteknya, metode gayaberat ini mempelajari perbedaan medan gayaberat dari satu titik observasi lainnya. Dengan demikian sumber yang merupakan satu zona massa di bawah permukaan, akan menyebabkan suatu gangguan dalam medan gayaberat (Haerudin, 2004).

Metode Gayaberat merupakan metode yang sangat peka terhadap perubahan ke arah *lateral* maupun *vertical*, oleh karena itu metode ini sering digunakan untuk mempelajari struktur geologi, batuan dasar, intrusi batuan, cekungan sedimen, endapan sungai purba dan lain-lain (Sarkowi, 2014). Pengukuran gayaberat dilakukan pada nilai komponen vertikal dari percepatan gayaberat di suatu tempat. Bentuk bumi tidak bulat menyebabkan beragamnya nilai percepatan gayaberat pada tiap tempat. Hal yang dapat mempengaruhi nilai percepatan gravitasi adalah perbedaan ketinggian (topografi), derajat garis lintang, variasi rapat massa batuan di bawah permukaan bumi, kedudukan bumi dalam tata surya, elevasi tempat pengukuran dan hal lain yang dapat memberikan kontribusi nilai gravitasi, misalnya bangunan dan lain-lain (Grandis, 2009).

## 3.2. Konsep Dasar Gayaberat

### 3.2.1 Gayaberat Newton

Prinsip dasar pada penerapan metode Gayaberat adalah hukum gravitasi Newton yang berbunyi bahwasanya antar 2 partikel akan memiliki gaya  $M_e$  dan massa partikel yang berada di permukaan bumi  $m$  yang terpisah pada jarak  $R$  diberikan oleh persamaan (Telford dkk, 1990):

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

$\vec{F}$  adalah gaya gravitasi antara massa  $M_e$  dan  $m$ ,  $R$  adalah jari-jari bumi,  $\hat{r}$  adalah vektor satuan dari  $M_e$  dan  $m$ , dan konstanta gravitasi universal ( $6,6732 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$ ). Gayaberat Newton memiliki prinsip teori yang didasari Hukum Newton dimana menjabarkan mengenai adanya gaya tarik menarik antara dua massa  $m_1$  dan  $m_2$  yang terpisah sejauh  $r$ , dapat dirumuskan sebagai berikut (Serway dkk., 2009):

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

Keterangan:

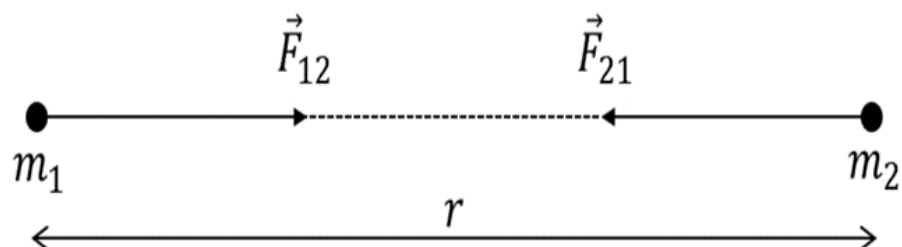
$F(r)$  : Gaya tarik menarik (N)

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

$r$  : Jarak antara dua buah benda (m)

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

$\hat{r}$  : Vektor satuan arah dari  $m_2$  kearah  $m_1$



**Gambar 6.** Gaya Tarik Menarik antara Dua Buah Benda ( Modifikasi Grandis , 2009)

### 3.2.2 Percepatan Gayaberat

Newton juga menjabarkan keterkaitan antara gaya dan percepatan. Hukum II Newton secara spesifik menjelaskan tentang gerak dimana gaya sebanding dengan massa benda dikalikan dengan percepatan gayaberat bumi yang dialami benda tersebut.

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

Percepatan pada suatu partikel yang bermassa  $m_2$  yang menyebabkan tarik menarik  $m_1$  pada jarak  $r$  secara sederhana sehingga :

$$g = \left( \frac{\hat{F}}{m} \right) \hat{r} \quad (4)$$

Bila ditetapkan pada percepatan gaya tarik bumi persamaan di atas menjadi

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

$$g = G \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad (6)$$

Keterangan:

$\vec{g}$  : Percepatan gaya tarik bumi (m/s<sup>2</sup>)

$M$  : Massa bumi (kg)

$m$  : Massa benda (kg)

$\vec{F}$  : Gayaberat (N)

$r$  : Jari-Jari bumi (km)

Pengukuran percepatan gayaberat pertama kali dilakukan oleh Galileo sehingga untuk menghormati Galileo, kemudian didefinisikan:

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

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

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

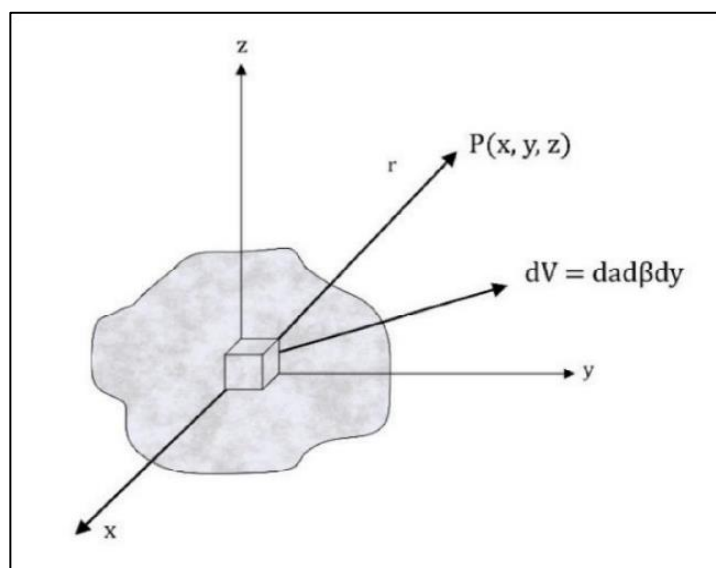
$$1 \mu\text{Gall} = 10^{-3} \text{ mGall} = 10^{-6} \text{ Gall} = 10^{-8} \text{ m/s}^2$$

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

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

### 3.2.3 Potensial Gayaberat

Potensial gayaberat sendiri adalah suatu energi yang dapat ditempatioleh suatu massa di suatu titik ke titik tertentu. Suatu partikel yang bermassa tertentu pada sistem ruang akan terbentuk suatu medan potensial di sekitarnya. Medan potensial yang terbentuk dapat memiliki suatu sifat konservatif, yang berarti usaha yang terjadi pada suatu medan gayaberat tidak akan berpengaruh jarak tempuhnya dan hanya dapat terpengaruh pada posisi awal dan akhir (Rosid, 2005).



**Gambar 7.** Potensial dan Kuat Medan Massa 3 Dimensi (Modifikasi Maulana, 2012)

Suatu massa pada 3 dimensi yang berbentuk sembarang akan terdistribusi secara kontinu dengan rapat massa  $\Delta(\alpha, \beta, \gamma)$ , maka potensial gayaberat di titik  $P(x, y, z)$  diberikan oleh,

$$U(x, y, z) = G \iiint \frac{\Delta(\alpha, \beta, \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]} d\alpha \cdot d\beta \cdot d\gamma \quad (7)$$

Medan gayaberat akibat distribusi rapat massa diatas diperoleh dengan mendiferensialkan persamaan (8) terhadap x, y dan z yang hasilnya adalah,

$$\begin{aligned}\Delta g_x(x, y, z) &= \frac{\partial U(x, y, z)}{\partial x} \\ &= -G \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty \frac{\Delta(\alpha, \beta, \gamma)(x-\alpha)}{[(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2]^{\frac{3}{2}}} d\alpha. d\beta. d\gamma\end{aligned}\quad (8)$$

$$\begin{aligned}\Delta g_y(x, y, z) &= \frac{\partial U(x, y, z)}{\partial y} \\ &= -G \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty \frac{\Delta(\alpha, \beta, \gamma)(y-\beta)}{[(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2]^{\frac{3}{2}}} d\alpha. d\beta. d\gamma\end{aligned}\quad (9)$$

$$\begin{aligned}\Delta g_z(x, y, z) &= \frac{\partial U(x, y, z)}{\partial z} \\ &= -G \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty \frac{\Delta(\alpha, \beta, \gamma)(z-\gamma)}{[(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2]^{\frac{3}{2}}} d\alpha. d\beta. d\gamma\end{aligned}\quad (10)$$

Dari persamaan (9) akan didapatkan nilai medan gayaberat  $\Delta g$  pada permukaan bumi yang beragam. Medan gayaberat bumi diakibatkan pengaruh oleh distribusi massa di bawah permukaan yang digambarkan oleh fungsi densitas ( $\rho$ ). Sedangkan bentuk dari permukaan bumi yang sebenarnya digambarkan oleh batas integral (Sarkowi, 2007).

### 3.2.4 Densitas Batuan

Dalam menentukan atau meninjau jenis-jenis dari litologi batuan penyusun dari suatu daerah diperlukannya tabel nilai densitas sebagai acuan dan juga tolak ukur dalam menentukan keterdapatan suatu formasi batuan. Rapat massa atau densitas batuan ialah besaran utama dalam menentukan nilai percepatan gravitasi. Densitas batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu rapat massa, porositas, kandungan fluida yang mengisi pori-pori batuan, tekanan yang mengakibatkan pemadatan dan pelapukan pada batuan (Kirbani, 2001).

**Tabel 1.** Densitas batuan

<b>Material Type</b>	<b>Desity Type (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Approximate Average (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>Sedimentary Rock</b>		
Alluvium	1,96-2,00	1,98
Lempung ( <i>Clay</i> )	1,63-2,21	2,21
<i>Gravel</i>	1,70-2,40	2,00
<i>Loess</i>	1,40-1,93	1,64
<i>Silt</i>	1,80-2,20	2,40
<i>Sand</i>	1,70-2,30	2,00
Batupasir ( <i>Sandstone</i> )	1,61-2,76	2,35
<i>Shale</i>	1,77-3,20	3,20
Batu kapur ( <i>Limestone</i> )	1,93-2,90	2,55
<i>Dolomite</i>	2,28-2,90	2,70
<i>Chalk</i>	1,53-2,60	2,01
<i>Halite</i>	2,10-2,60	2,22
Batu kapur ( <i>Limestone</i> )	0,88-0,92	0,90
<b>Batuan Beku</b>		
<i>Ryolite</i>	2,35-2,70	2,52
<i>Granite</i>	2,50-2,81	2,52
<i>Andesite</i>	2,40-2,80	2,64
<i>Syenite</i>	2,60-2,95	2,77
Basal	2,70-3,30	2,99
Gabro	2,70-3,50	3,03
<b>Batuan Metamorf</b>		
Sekis ( <i>Schist</i> )	2,39-2,90	2,64
Gneiss	2,59-3,00	2,80
<i>Phylite</i>	2,68-2,80	2,74
<i>Slate</i>	2,70-2,90	2,79
Granulit	2,52-2,73	2,65
Amfibolit	2,90-3,04	2,96
Ekogit	3,20-3,54	3,37

Sumber : Telford dkk. 1990 yang telah dimodifikasi

### 3.3. Anomali Bouguer

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

Anomali Bouguer merupakan anomali yang disebabkan oleh variasi densitas secara *lateral* pada batuan di bawah permukaan bumi dalam bidang geoid. Anomali Bouguer juga merupakan gabungan/superposisi antara anomali regional dan anomali residual (lokal). Nilai anomali Bouguer dapat bernilai positif dan negatif. Nilai anomali positif mengindikasikan adanya kontras densitas yang besar, sedangkan anomali negatif mengindikasikan perbedaan densitas yang kecil di bawah permukaan (Hartati, 2012).

Anomali Bouguer menggambarkan persebaran dari gayaberat untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan berdasarkan kontras rapat massa batuan. Dengan demikian nilai anomali Bouguer dapat dirumuskan sebagai berikut (Kirbani, 2001):

$$BA = g_{obs} - g_{\phi} + FAC + BC + TC \quad (11)$$

Keterangan,

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

$FAC$  : *Free Air Correction*/ koreksi udara bebas

$BC$  : *Bouguer Correction*/ koreksi Bouguer

$TC$  : *Terrain Correction*/ koreksi medan

### 3.4. Analisis Spektrum

Analisis spektral dilakukan untuk mengetahui batas anomali Bouguer regional dan residual daerah penelitian. Hasil dari analisis spektral ini selanjutnya digunakan untuk mengestimasi lebar jendela untuk filtering anomali gayaberat. Suatu *transformasi fourier* digambarkan dengan proses memisahkan suatu gelombang ke dalam bentuk gelombang sinus dengan frekuensi yang bervariasi. Hasil dari penjumlahan pada gelombang-gelombang tersebut adalah bentuk gelombang aslinya (Kadir, 2000).

Analisis spektrum memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai kedalaman suatu benda anomali gayaberat dari bawah permukaan. Metode analisis spektrum memanfaatkan *Transformasi Fourier* guna mengubah suatu fungsi waktu dan jarak menjadi suatu fungsi frekuensi atau bilangan gelombang. Spektrum

diperoleh dari nilai potensial yang terdapat pada suatu bidang horizontal. Dengan persamaan transformasi *Fourier* adalah (Brakely, 1996) :

$$F(U) = \gamma \mu F\left(\frac{1}{r}\right) \text{ dan } F\left(\frac{1}{R}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0-z_1)}}{|K|} \quad (12)$$

Keterangan

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

$U$  : potensial gayabarat

$\mu$  : anomali rapat massa

$\gamma$  : konstanta gayabarat

$r$  : jarak

Gerak vertikal gravitasi yang disebabkan oleh suatu titik massa adalah turunan derivatif dari potensial gayabaratnya :

$$g_z = Gm \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (13)$$

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

$$F(g_z) = Gm \frac{\partial}{\partial z} F \frac{1}{r} \quad (15)$$

Transformasi *Fourier* pada Lintasan yang diinginkan adalah

$$F(g_z) = 2\pi Gme^{|k|(z_0-z_1)} , \quad z_1 > z_0 \quad (16)$$

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

$$A = C e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (17)$$

Keterangan:

$A$  = 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*.

$$\ln A = \ln 2\pi G m e^{|k|(z_0 - z_1)} \quad (18)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)|k| + \ln C \quad (19)$$

Persamaan di atas dapat dianalogikan dalam persamaan garis lurus:

$$y = mx + c \quad (20)$$

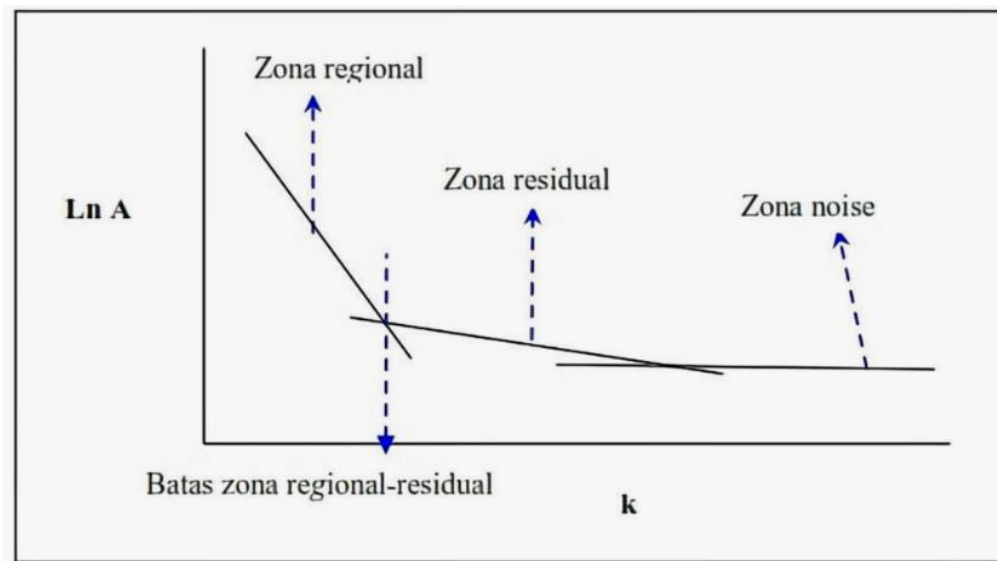
Dimana  $\ln A$  sebagai sumbu  $y$ ,  $|k|$  sebagai sumbu  $x$ , dan  $(z_0 - z_1)$  sebagai kemiringan garis (gradien). Oleh karena itu, kemiringan garisnya merupakan kedalaman bidang dalam dan dangkal  $|k|$  sebagai sumbu  $x$  didefinisikan dengan bilangan gelombang yang besarnya  $\frac{2\pi}{\lambda}$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

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

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:

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (22)$$

Dimana  $\Delta x$  adalah domain spasi yang akan digunakan dalam *Fast Fourier Transform* (FFT), dan  $k_c$  adalah bilangan gelombang *cut off*. 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 8.** Kurva Ln A terhadap K (Blakely, 1996)

### 3.5. Filter *Moving Average*

Dalam pemisahan anomali regional dan residual dapat digunakan metode *Moving Average*. Metode *Moving Average* dilakukan dengan cara meratakan nilai anomalnya. Hasil dari perataan ini merupakan anomali regionalnya. Sedangkan anomali residualnya di dapatkan dengan mengurangkan data hasil pengukuran gravitasi dengan anomali regionalnya (Purnomo dkk., 2013).

Filter *Moving Average* merupakan salah satu metode penapisan *low pass filter*, dimana metode ini menghilangkan frekuensi tinggi dan meloloskan frekuensi rendah. Data Anomali Bouguer Lengkap ditapis menggunakan metode ini dengan lebar jendela merupakan rata-rata dari setiap Lintasan yang telah melalui analisis spektrum. *Output* yang didapatkan disebut dengan anomali regional. Sedangkan anomali residual diperoleh dengan cara melakukan proses pengurangan pada anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional. Pada prinsipnya nilai lebar jendela yang digunakan semakin besar maka nilai anomali residual yang diperoleh akan semakin mendekati nilai anomali Bouguer (Setiadi dkk., 2010).

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (23)$$

Sedangkan nilai N dapat dirumuskan dengan,

$$N = \frac{N-1}{2} \quad (24)$$

Keterangan :

$i$  = nomor stasiun

$N$  = lebar jendela

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

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

$$\Delta g_{reg} = \frac{1}{9} \sum_{N=1}^9 \Delta g(n) \quad (25)$$

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

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{reg} \quad (26)$$

Dimana  $\Delta g$  merupakan nilai anomali bouguer total pada data penelitian (Diyanti, 2014).

Filter *moving average* dapat digunakan dalam filter pada DSP (*Digital Signal Processing*), yang berarti filter *moving average* sangat mudah digunakan dan di cermati. Hasil akhir dari pengolahan anomali Bouguer menggunakan filter *moving average* adalah anomali regional (Nugraha, 2016).

Pendekatan polinomial untuk komponen regional dengan distorsi minimum pada orde polinomial rendah dikarenakan bagian regional yang tervisualisasikan pada residual sehingga diperlukan pendekatan polinomial (Haerudin & Karyanto, 2007)

### 3.6. Second Vertical Derivative (SVD)

*Second vertical derivative* (SVD) merupakan analisis *derivative* yang digunakan untuk mengetahui jenis sesar. Metode ini menentukan jenis sesar dengan bantuan peta geologi regional daerah penelitian, yaitu dengan cara *slicing* keberadaan sesar yang nampak pada peta geologi (Ramadhan dkk., 2020). Perhitungan SVD diturunkan langsung dari persamaan Laplace untuk anomali gayaberat di permukaan, dengan persamaan (Aufia dkk., 2019).

$$\nabla^2 \cdot \Delta g = 0 \quad (27)$$

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

Maka didapatkan persamaan (Lase, 2020):

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = 0 \quad (29)$$

$$\frac{\partial^2 \Delta g}{\partial z^2} = - \left[ \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Delta g}{\partial y^2} \right] \quad (30)$$

Selanjutnya pada peta SVD dilakukan *slice*, dimana dari *slicing* tersebut kita dapat menentukan jenis sesar dari grafik profil lintasan yang kita perkirakan akan tegak lurus dengan struktur geologi. Didapatkan nilai dari SVD maksimum dan nilai SVD minimum (Bosy, 2016). Kriteria penentuan jenis sesar dalam metode SVD yaitu sebagai berikut (Fitriani dkk., 2020):

$$\left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right)_{maks} > \left| \left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right) \right|_{min} \quad \text{Sesar normal} \quad (31)$$

$$\left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right)_{maks} < \left| \left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right) \right|_{min} \quad \text{Sesar naik} \quad (32)$$

$$\left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right)_{maks} = \left| \left( \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \right) \right|_{min} \quad \text{Sesar mendatar} \quad (33)$$

Anomali SVD dilakukan derivatif horizontal. Nilai nol turunan kedua pada Anomali Bouguer dapat diinterpretasikan ke dalam suatu kontak perlapisan batuan, yang mana kontak tersebut dapat dinyatakan struktur patahan dan salah

satu filter dari *second vertical derivative* adalah filter operator menurut *Elkins* 1951 (Sarkowi, 2011).

**Tabel 2.** Operator SVD Elkins 1951

Operator Filter SVD menurut Elkins (1951)					
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833	-0.0833
0.0000	-0.0334	1.0668	-0.0334	0.0000	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833	-0.0833
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000	0.0000

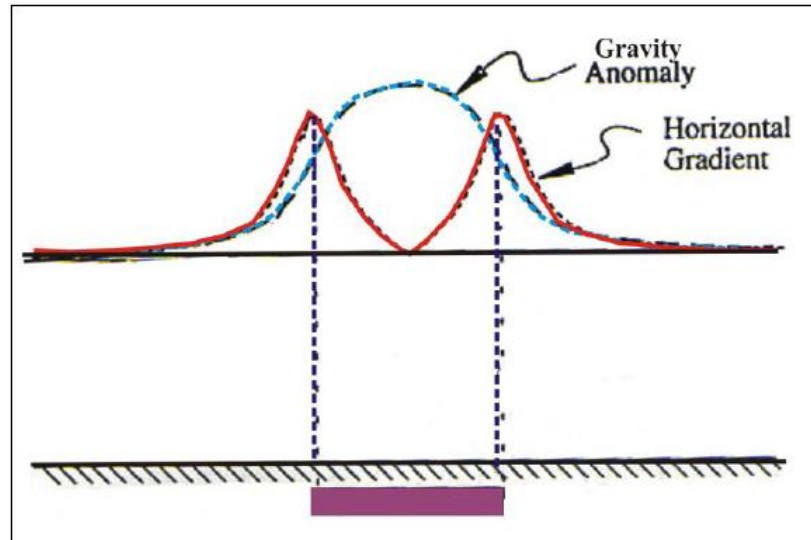
Sumber : Elkins (1951) yang telah dimodifikasi

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

Maksud dari *Horizontal Derivative* data anomali gayaberat adalah perubahan nilai anomali gayaberat dari satu titik ke titik lainnya dengan jarak tertentu secara lateral dipermukaan bumi. Hal ini terjadi karena terdapatnya badan batuan yang cenderung untuk menunjukkan daerah tepi dari badan atau satuan-nya yang kemudian dapat dilihat pada anomali gayaberat yang terbentuk. Metode FHD ini dapat digunakan untuk menentukan lokasi batasan karakteristik batuan berupa densitas secara horizontal dari batuan dari data gayaberat yang ada (Cordell, 1979). Persamaan dari *first horizontal derivative* (FHD) dapat dihitung dengan persamaan (Lase, 2020):

$$f(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2} \quad (34)$$

Dimana,  $g$  = nilai anomali ( $mgal$ ).



**Gambar 9.** Nilai *Gradien Horizontal* (Blakely, 1996)

### 3.8. *Forward Modelling 2D*

*Forward modelling* atau pemodelan kedepan merupakan 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).

Pemodelan ini merupakan suatu proses perhitungan data secara teoritis yang akan teramati di permukaan bumi jika diketahui harga parameter model bawah permukaan tertentu. Istilah *forward modeling* seringkali disebut trial and error atau proses coba-coba untuk memperoleh kesesuaian antara data teoritis dengan data lapangan. Proses trial and error ini diharapkan memperoleh model yang cocok responnya dengan data (Grandis, 2009).

### 3.9. *Inverse Modelling 3D*

Proses inversi dilakukan untuk mengestimasi parameter fisis batuan yang tidak diketahui sebelumnya. Dalam inversi selalu berhubungan dengan parameter model ( $M$ ) dan jumlah data ( $N$ ) yang mana jumlah masing-masing akan

menentukan klasifikasi permasalahan inversi dan cara penyelesaiannya. Bila jumlah model parameter lebih sedikit dibandingkan data lapangan ( $M < N$ ) maka disebut *overdetermined*. Cara penyelesaiannya menggunakan pencocokan (*best fit*) terhadap data lapangan. Jika dalam kondisi lain dimana parameter yang ingin dicari lebih banyak dari jumlah datanya maka disebut problem *underdetermined*. Namun bila banyak model yang dapat sesuai dengan datanya hal ini disebut non-uniqueness (Suprianto, 2007),

Pemodelan inversi (*inversion modelling*) merupakan suatu metode dalam memodelkan bawah permukaan dari data hasil pengukuran. Pemodelan ini menggunakan parameter model yang didapatkan secara langsung dari data pengukuran. Inversi merupakan suatu perhitungan matematis dan statistika yang digunakan untuk mengetahui informasi suatu sistem berdasarkan observasi terhadap sistem tersebut (Grandis, 2009).

## IV. METODE PENELITIAN

### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun Skripsi dilakukan di:

Tempat : Laboratorium PPDG, Teknik Geofisika, Fakultas Teknik,  
Universitas Lampung

Tanggal : Mei 2023 s.d. Desember 2023

### 4.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Alat dan bahan serta kegunaannya

No	Alat/Bahan	Kegunaan
1.	Data Gayaberat	
2.	Peta Geologi	Untuk medapatkan informasi geologi daerah penelitian.
3.	<i>Software</i> ArcGIS V 10.8	Untuk membuat peta yang dibutuhkan dalam penelitian.
4.	<i>Software</i> Geosoft Oasis Montaj V 8.3.4	Untuk melakukan pengolahan data Gayaberat, mulai dari proses <i>gridding</i> , <i>filtering</i> , <i>filtering</i> derivatif, <i>forward modelling</i> 2D data Gayaberat.
5.	<i>Software</i> Microsoft Excel 2010	Untuk melakukan perhitungan lebar jendela dan analisis derifatif dari anomali SVD dan FHD.
6.	<i>Software</i> Numeri	Untuk melakukan <i>Fast Fourier Transform</i> pada data lintasan analisis spektrum.
7.	<i>Software</i> Grablox v1.7	Digunakan dalam membuat parameter dan memproses inversi pemodelan 3D data Gayaberat ( <i>inverse modelling 3D</i> ).
8.	<i>Software</i> Voxler 4.0	Digunakan untuk menampilkan hasil pemodelan inversi 3D data Gayaberat hasil Grablox.



### 4.3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur percobaan yang digunakan pada penelitian keja praktik ini adalah sebagai berikut:

#### 5.3.1. Anomali Bouguer Lengkap

Data gayaberat yang diolah dalam penelitian ini adalah data yang telah dilakukan berbagai koreksi sehingga sudah tidak perlu dilakukan koreksi lagi. Namun untuk memastikan data tersebut benar baik dari koordinat titik pengukuran dan besar nilai anomalnya maka dilakukan proses *gridding* pada surfer dengan teknik *grinding kriging* untuk dapat melihat anomali bouguer lengkap yang didapatkan dari pengukuran dan koreksi yang telah dilakukan.

#### 5.3.2. Analisis Spektrum

Dalam tahap ini dilakukan Transformasi Fourier dengan data *Complete Bouguer Anomaly* dalam mengubah domain data dari spasial jarak ke spasial frekuensi. *Software* yang digunakan adalah *software* Numeri. Hasil dari proses FFT adalah nilai *real* dan imajiner pada setiap lintasan data diolah menggunakan Ms.Excel sehingga didapatkan nilai amplitudo ( $A$ ),  $\ln A$ , frekuensi dan nilai bilangan gelombang  $k$ . Nilai amplitudo ( $A$ ) dilakukan perhitungan matematis sehingga mendapatkan nilai *real* dan imajiner. Nilai  $\ln A$  dihasilkan yaitu dengan melogaritmakan nilai amplitudo ( $A$ ). Perhitungan nilai frekuensi bergantung pada domain spasial, dimana dalam mencari besarnya nilai  $k$ . Setelah nilai terhitung maka dilakukan *plotting* pada nilai  $k$  dan nilai  $\ln A$ . sehingga akan diperoleh nilai *cut off* pada daerah tersebut yang akan digunakan pada penentuan besarnya lebar jendela.

#### 5.3.3. Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Anomali Bouguer pada metode gayaberat disebabkan oleh perbedaan densitas batuan, baik yang berada dekat dengan permukaan bumi maupun yang jauh dari permukaan bumi. Efek yang berasal dari batuan pada

daerah dangkal disebut dengan anomali regional sedangkan efek yang berasal dari batuan yang dalam disebut dengan anomali residual. Dalam penelitian metode gayaberat ini menggunakan anomali Bouguer lengkap yang dipisahkan dengan noisenya. Pemisahan menggunakan penapis *moving average* dengan nilai input anomali kedalaman residual. Perangkat lunak yang digunakan untuk proses ini adalah perangkat lunak *Surfer*, proses pemisahan anomali dimulai dengan menginputkan data anomali Bouguer ke dalam perangkat lunak *Surfer* lalu nilai lebar jendela anomali kedalaman residual yang didapatkan pada proses analisis spektral dimasukkan sebagai nilai *input* pemisahan.

#### **5.3.4. Analisis Derivative**

Pada prosedur tahapan analisis *derivative*, digunakan dua buah filter derivatif terhadap data anomali residual yang sebelumnya sudah didapatkan dari hasil pemisahan. Sedangkan anomali regional dianggap sebagai noise karena anomali tersebut adalah anomali yang terjadi karena amplitudo gelombang yang sangat panjang dan frekuensi sangat kecil. Hal ini menandakan bahwa kondisi tersebut merupakan daerah dengan kedalaman yang sangat dalam yang merupakan lapisan homogen dari bumi. Analisis derivatif dilakukan menggunakan *software Surfer 13*. Analisis pertama dilakukan dengan menggunakan filter FHD (*First Horizontal Derivative*), yaitu dengan menggunakan *prewitt coloum detector* untuk FHD Y dan *prewitt row detector* untuk FHD X yang kemudian dilakukan penggabungan dengan menggunakan rumus FHD total pada persamaan (38). Analisis selanjutnya adalah SVD (*Second Vertical Derivative*), menggunakan filter berdimensi 5 x 5 dengan memasukkan operator SVD Elkins yang terdapat pada Tabel 1. Hasil dari analisis ini nantinya berupa peta anomali SVD dan FHD yang dikorelasikan dengan pengambilan lintasan memotong kontras anomali pada peta menggunakan *software Geosoft* dan kemudian data dari setiap lintasan dimasukkan ke dalam *excel* untuk dijadikan kurva SVD dan FHD. Setelah itu kedua data derivatif dikorelasikan, dimana struktur

patahan ditandai dengan nilai FHD yang maksimum atau minimum pada lintasan, kemudian pada lintasan yang sama nilai SVD berada pada kontur anomali nol. Jika hanya memenuhi satu persyaratan atau tidak keduanya maka tidak dapat disebut sebagai struktur patahan.

### 5.3.5. Interpretasi Struktur Patahan

Prosedur terakhir yang dilakukan adalah interpretasi struktur patahan. Tahapan ini dilakukan secara kualitatif untuk melihat dugaan keterdapatan struktur patahan yang ada di daerah penelitian. Dari hasil analisis derivatif yang telah dilakukan dan mendapatkan dugaan patahan maka dilakukan pencocokan dengan data geologi lapangan yang diperoleh dari peta geologi daerah penelitian dan juga studi literatur. Dari proses ini akan didapatkan dugaan patahan yang cocok dengan data geologi dan juga dugaan patahan yang tidak mempunyai kecocokan yang disajikan dalam bentuk peta.

### 5.3.6. Pemodelan Bawah Permukaan

Pemodelan bawah permukaan pada daerah penelitian kali ini yaitu dengan melakukan *forward modelling* dan juga *inverse modelling*. Pemodelan 2D dengan *forward modelling* menggunakan *software Oasis Montaj* lebih tepatnya menggunakan menu Gmsys kemudian untuk pemodelan 3D dengan *inverse modelling* menggunakan *software Grablox v1.7*, *software Bloxer v1.6e*, dan juga menggunakan *software Oasis Montaj*. Pada pemodelan 2D *forward modelling* kita membagi perlapisan sebanyak lapisan yang ada dan juga dengan estimasi kedalaman yang mana pada penampang tertentu terdapat lapisan yang bisa dilihat pada informasi geologi. Pada *inverse modeling* model awal yang dibuat menggunakan *software Grablox 1.7* yang dibagi menjadi 20 blok sumbu X, 20 blok sumbu Y dan 20 blok sumbu Z sehingga menghasilkan sebanyak 8000 blok. Model daerah penelitian dimodelkan 14 km ke arah timur (sumbu X) dan 16 km ke arah utara (sumbu Y) dengan target kedalaman model adalah 4 km ke arah vertikal (sumbu Z).

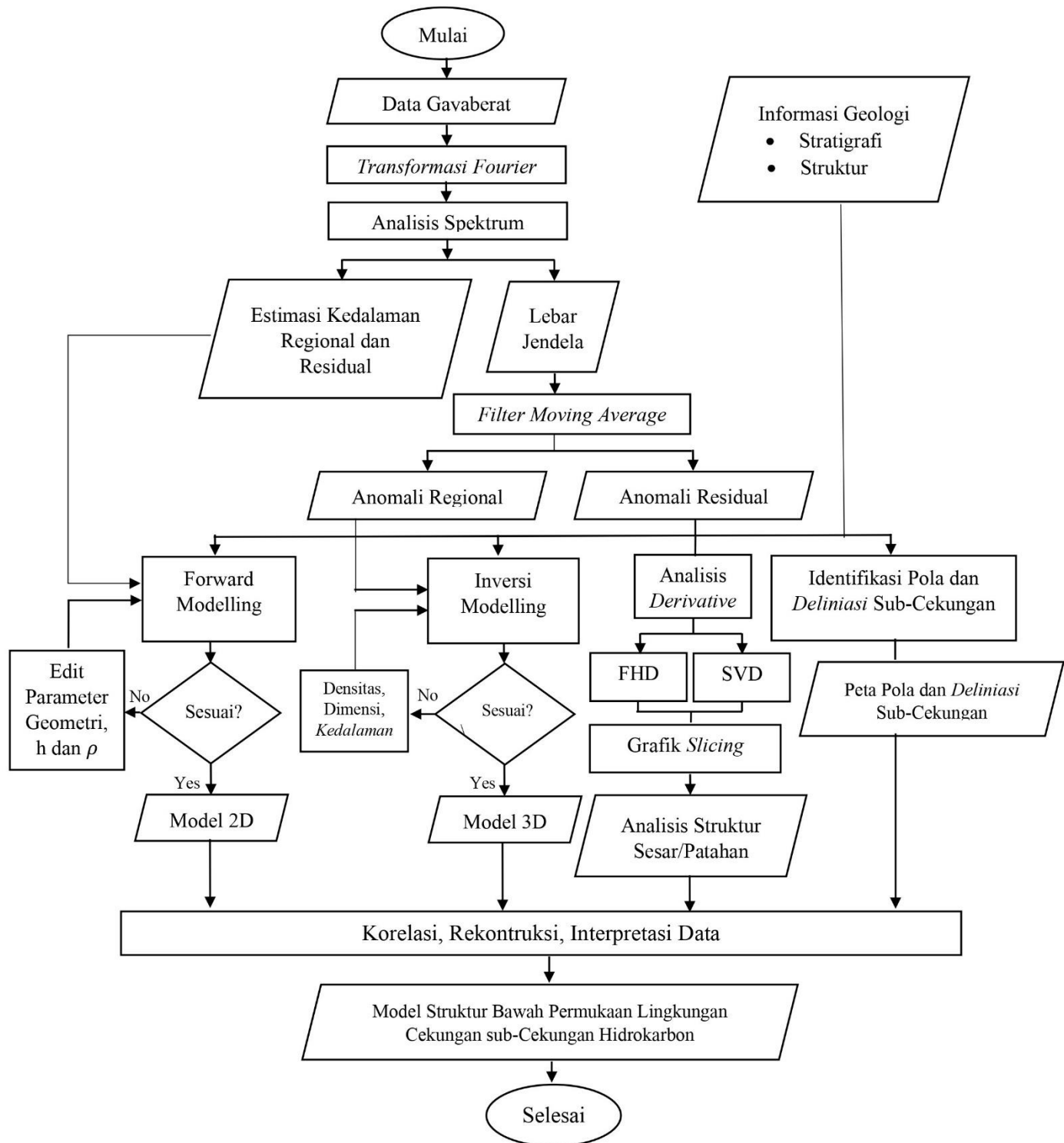
Pemodelan ini didasarkan pada suatu model yang dihasilkan langsung dari data yang dilakukan dengan memadukan informasi geologi seperti geologi permukaan, struktur geologi, dan stratigrafi pada daerah penelitian.

**Tabel 4.** Pelaksanaan kegiatan penelitian

Kegiatan	Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Pengumpulan Data Gayabarat	■	■	■	■																		
Pengolahan Data Gayabarat		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Penyusunan Proposal Usul					■	■	■	■	■	■	■											
Seminar Usul												■										
Interpretasi Data Gayabarat									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Penulisan Laporan Hasil													■	■	■	■	■	■	■	■		
Seminar Hasil																					■	
Revisi dan Persiapan Sidang Komprehensif																					■	■
Sidang Komprehensif																						■

#### 4.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada pengolahan data penelitian kali ini adalah sebagai berikut



**Gambar 10.** Diagram Alir Penelitian

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada daerah penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis *derivative* secara FHD (*First Horizontal Derivative* dan *Second Vertical Derivative*) didapatkan adanya keberadaan patahan dan sesar tersebar didaerah penelitian dan patahan dan sesar yang identifikasi sebagai patahan delianiasi Sub-Cekungan pada daerah penelitian..
2. Hasil *forward modelling* 2D dan *inverse modelling* 3D didapatkan beberapa formasi batuan didaerah penelitian diantaranya Endapan Aluvuiam Danau dan Pantai (Qac) dengan rata-rata densitas batuan  $2,23 \text{ g/cm}^3$ , Formasi Walanae (Tmpt) yang memiliki litologi batupasir, batulanau, tufa, nepal, batugamping, batulempung, kolongmerat dengan memiliki densitas rata-rata  $2,33 \text{ g/cm}^3$ . Selanjutnya Anggota Tacipi dari Formasi Walanae (Tmpt) yang memiliki litologi batugamping dengan rata-rata densitas batuan  $2,37 \text{ g/cm}^3$ , Formasi Camba (Tmc) yang memiliki litologi batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunungapi dengan nilai rata-rata densitas batuan  $2,58 \text{ g/cm}^3$ . Selanjutnya Batuan Gunungapi Formasi Camba (Tmcv) dengan litologi batuan breksi, lava, tufa dan kolongmerat dengan rata-rata densitas batuan  $2,48 \text{ g/cm}^3$ , Batuan Gunungapi Kalimaseng (Tmkv) dengan litologi batuan lava dan breksi dengan nilai rata-rata densitas batuan  $2,64 \text{ g/cm}^3$  dan Basement dengan nilai rata-rata densitasbatuan  $2,9 \text{ g/cm}^3$ .
3. Berdasarkan identifikasi sub-cekungan hidrokarbon pada daerah penelitian. Didapatkan sub-cekungan dengan indikator sub-cekungan a,b,c,d dan e yang dibatasi oleh patahan-patahan dan struktur geologi bawah permukaan

dimana digunakan sebagai zona pembentukan minyak dan gas pada daerah penelitian.

## **6.2. Saran**

Adapun saran dalam penelitian ini bahwasanya dibutuhkan kajian lebih lanjut terkait fase-fase hidrokarbon pada daerah penelitian serta analisis menggunakan metode geofisika lainya seperti Metode Seismik untuk mendapatkan interpretasi data yang lebih akurat dan detail pada daerah penelitian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aufia, Y. F., Karyanto & Rustadi. (2019). Pendugaan Sesar Daerah “Y” Berdasarkan Anomali Gayaberat Dengan Analisis Derivative. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 5(1):75–88.
- Blakely, R. J. (1996). *Potensial Theory In Gravity & Magnrtic Applications* Cambridge: Cambridge University Press. Diambil dari <https://www.cambridge.org/>
- Bosy, R. S., (2016). Analisis Gravitasi Untuk Menentukan Struktur Geologi Dan Analisis Petroleum System Cekungan Barito, Daerah Tanjung Area, Kalimantan Selatan. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi. Universitas Trisakti.
- Cordell, L., & Grauch, V. J. S. (1985). *Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan basin, New Mexico*. New York. Dari <http://library.seg.org/>
- Diaynti, A. (2014). *Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Leuwidamar Berdasarkan Analisis Spektral Data Gayaberat*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Diambil dari repository.upi.edu
- Elkins, T. A. (1951). The Second Derivative Method Of Gravity Interpretation. *the Annual Meeting of the Society of Exploration Geophysicists*, 29–49. Chicago: Gulf Research & Development Company. <https://doi.org/10119011437648>.
- Energy Equity Epic Sengkang. (2023). Operasi dan Produksi diambil dari <https://www.energyequity.co.id/>
- Grandis, H. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika (Vol. 1)*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Hall, R., & Wilson, M. E. J. (2000). Neogene sutures in eastern Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18, 781–808. Diambil dari [www.elsevier.nl/locate/jseaes](http://www.elsevier.nl/locate/jseaes).
- Haerudin, N, (2004), *Metode Gravitasi*. Lampung: Teknik Geofisika Universitas Lampung. Hal 1:54
- Haerudin, N. & Karyanto (2007). Aplikasi Metode Polinomial Least Square Berbasis Matlab untuk Memisahkan Efek Residual Anomali Regional pada

Data Gravitasi. *Jurnal FMIPA Universitas Lampung*, 13: 32-36.

- Kadir, W.G.A. (2000), *Diktat Kuliah: Eksplorasi Gayaberat dan Magnetik*. Bandung: Jurusan Teknik Geofisika. Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB.
- Lase, F. T. Z. (2020). Investigasi Zona Sesar Berdasarkan Analisis Fhd Dan Svd Data Gayaberat Di Area Panasbumi Kepahiang, Bengkulu. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Eksplorasi Dan Produksi Universitas Pertamina.
- Maulana, I. (2012). *Analisis 4D Mikrogravity dan Gradien Vertical 4D Mikrogravity (Studi Kasus Amblesan Semarang)* Universitas Indonesia. Universitas Indonesia, Jakarta. Dari <https://lib.ui.ac.id/detail.jsp?id=20317805>
- Purnomo, J. Koesuma, S. & Yuniyanto, M. (2013). Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode Moving Average, Polynomial dan Inversion. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3(1), 10–18.
- Pusat Sumber Daya Geologi. (2020). Peta Cekungan Indonesia. Diambil dari <https://geologi.esdm.go.id/>.
- Ramadhan, A. B., Djayus, Lepong, P., & Rahadinata, T. (2020). Analisa Struktur Bawah Permukaan Daerah Prospek Panas Bumi “Gf-Tnh” Sumatera Barat Berdasarkan Metode Gayaberat. *Journal Geosains Kutai Basin*. 3(1), 1–10.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduce to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Wiley & Sons Ltd,. Diambil dari <https://www.academia.edu/>
- Sarkowi, M. (2007). Gayaberat mikro antar waktu untuk analisa perubahan kedalaman muka air tanah (Studi Kasus Dataran Aluvial Semarang). *Disertasi*. ITB Bandung.
- Sarkowi, M. (2011). Identifikasi Struktur Daerah panasbumi Ulubelu Berdasarkan Analisa Data SVD Anomali Bouguer. *Jurnal Sains FMIPA*. 16(2): 111-118.
- Sarkowi, M. (2014). *Eksplorasi Gayaberat*. Bandar Lampung: Graha Ilmu. Diambil dari <http://repository.lppm.unila.ac.id/>
- Sato, I. (2011). Pendugaan Struktur Patahan dengan Metode Gayaberat. Prodi Fisika UNLAM. *Positron Vol 1*. No.1. Hal 25-30 ISSN : 2301-4970 .
- Setyanta. B. & Subagio. (2013). Sinyal Geomagnetik di Cekungan Sengkang Implikasi Terhadap Pola Struktur dan Konfigurasi Batuan Alas Cekungan. *Jurnal Geo-Sciences*, 23(2) Juni 2013.
- Satya, Y. (2013). Pemodelan Geologi Untuk Potensi Eksplorasi Hidrokarbon Blok Defend, Cekungan Sengkang, Sulawesi Selatan. *Tesis*. Program Studi Magister Teknik Geologi. ITB.

- Setiadi, I., Setyanta, B., & Widijono, B. S. (2010). Deliniasi Cekungan Sedimen Sumatera Selatan Berdasarkan Analisis Data Gayabarat. *Jurnal Geo-Sciences*, 20(2), 93–106.
- Sukanto, R., & Supriatna, S. (1982). *Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Departemen Pertambangan dan Energi. Bandung. Indonesia.
- Supriyanto. (2007). Analisis Data Geofisika: *Memahami Teori Inversi*. Depok: Departemen Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Surono & Hartono, U. (2015). *Geologi Sulawesi*. LIPI Press. Jakarta.
- Suyono & kusnama, (2010). Stratigraphy and Tectonics of the Sengkang Basin, South Sulawesi. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol 5 No. 1 Maret 2010:1-11.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics (Second)*. New York: Cambridge University Press.