

**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN MINYAK“HUF”
SUMATERA SELATAN UNTUK MENDELINIA SISTRUKTUR CEKUNGAN
HIDROKARBON BERDASARKAN DATA GAYABERAT**

(Skripsi)

Oleh

ADE SETIAWAN



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2017**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF UNDER SURFACE OF THE OIL FIELD “HUF” SOUTH SUMATERA TO DELINEATION THE BASIN STRUCTURE OF HYDROCARBON BASED ON GRAVITY DATA

By

ADE SETIAWAN

Researched in Banyuasin oil field “HUF” South Sumatra have been done by the gravity data with objective of knowing fault structure based on analysis of hydrocarbon SVD and knows hollow structure based on the 3D model of the Bouguer Anomaly and Residual Anomaly. Study areas had Bouguer Anomaly between 13 mgal up to 33 mgal to the interval 1 mgal, where the value of Bouguer Anomaly high have a range value 26 mgal up to 33 mgal which is in the direction of west. While the low value of Bouguer Anomaly have a range value 13 mgal to 20 mgal that is in the east. To know the existence of structure fault, filtering Second Vertical Derivative (SVD) on a Bouguer Anomaly, Regional and Residual map. Pattern of structure fault indicated the contours of a zero value and between the high and low contours. From the results of the analysis SVD Complete Bouguer Anomaly and SVD Residual Anomaly there were 4 (four) fault, while from SVD Regional Anomaly there are 3 (three) fault. 3D modeling the Residual Anomaly were conducted to prove the existence of the fault SVD analyzed based on the results of the analysis and to know the hydrocarbon basin. Based on the results of the inversion of 3D the Residual Anomaly, basin was found in the depth of 1500 m – 3000 m with a value of the density ranges from 2.24 gram/cc until 2.32 gram/cc which identified as sandstone basin.

Key words: 3D inverse modelling, basin, gravity , hydrocarbon, SVD .

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN MINYAK “HUF” SUMATERA SELATAN UNTUK MENDELINIASI STRUKTUR CEKUNGAN HIDROKARBON BERDASARKAN DATA GAYABERAT

Oleh

ADE SETIAWAN

Telah dilakukan penelitian di Lapangan Minyak “HUF” daerah Banyuasin, Sumatera Selatan menggunakan data gayaberat dengan tujuan mengetahui struktur patahan berdasarkan analisis SVD dan mengetahui struktur cekungan hidrokarbon berdasarkan model inversi 3D dari anomali Bouguer dan anomali residual. Daerah penelitian memiliki anomali Bouguer antara 13 mGal hingga 33 mGal dengan interval 1 mGal, dimana nilai anomali Bouguer tinggi memiliki rentang nilai 26 mGal hingga 33 mGal yang berada di arah barat. Sedangkan nilai anomali Bouguer rendah memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 20 mGal yang berada di arah timur. Untuk mengetahui keberadaan struktur patahan, dilakukan *filtering Second Vertical Derivative* (SVD) pada peta Anomali Bouguer, Regional dan Residual. Pola struktur patahan ditunjukkan dengan kontur bernilai nol dan diapit kontur tinggi dan rendah. Dari hasil analisis SVD anomali Bouguer lengkap dan SVD Anomali Residual terdapat 4 (empat) patahan, sedangkan dari SVD Anomali Regional terdapat 3 (empat) patahan. Pemodelan inversi 3D Anomali Residual dilakukan untuk membuktikan keberadaan patahan yang dianalisis berdasarkan hasil analisis SVD dan untuk mengetahui struktur cekungan hidrokarbon. Berdasarkan hasil inversi 3D anomali residual didapatkan cekungan berada pada kedalaman 1500 m – 3300 m dengan nilai densitas berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.32 gram/cc yang diidentifikasi merupakan cekungan batu pasir.

Kata Kunci: cekungan, gayaberat, hidrokarbon, model inversi 3D, SVD.

**IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN MINYAK“HUF”
SUMATERA SELATAN UNTUK MENDELINIASISTRUKTUR
CEKUNGAN HIDROKARBON BERDASARKAN DATA GAYABERAT**

Oleh

ADE SETIAWAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2017**

**Judul Skripsi : IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN
LAPANGAN MINYAK "HUF" SUMATERA
SELATAN UNTUK MENDELINIASI
STRUKTUR CEKUNGAN HIDROKARBON
BERDASARKAN DATA GAYABERAT**

Nama Mahasiswa : Ade Setiawan

Nomor Pokok Mahasiswa : 1015051013

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP 19720928 199903 1 001

MENGESAHKAN

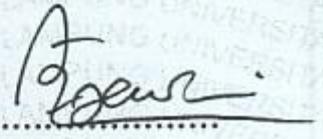
1. Tim Penguji

Ketua Penguji : Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si.



Sekretaris/Anggota : Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.

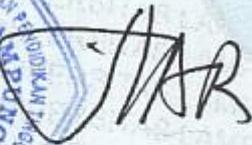
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, S.Si., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Desember 2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan juga bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung, 11 Desember 2017

Penulis,



Ade Setiawan

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis adalah Ade Setiawan. Penulis dilahirkan di Kota Metro, pada tanggal 24 Maret 1992 yang merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sangudi Pramono dan Ibu Wardani Widyastuti. Penulis mempunyai 2 saudara perempuan dan 1 saudara laki-laki.

Penulis berdomisili di Ganjar Agung, Kecamatan Metro Barat, Kota Metro, Lampung.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 4 Kota Metro dan lulus pada tahun 2004, setelah itu melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Kota Metro dan lulus pada tahun 2007. Pada tahun 2010 lulus dari Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Kota Metro dan melanjutkan kuliah di Teknik Geofisika Universitas Lampung melalui tes tertulis SNMPTN. Pada tahun 2017 penulis telah menyelesaikan skripsi dengan judul **”IDENTIFIKASI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN MINYAK “HUF” SUMATERA SELATAN UNTUK MENDELINIASI STRUKTUR CEKUNGAN HIDROKARBON BERDASARKAN DATA GAYABERAT”** dan telah dinyatakan lulus pada tahun tersebut.

Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi baik internal maupun eksternal kampus antara lain menjadi anggota bidang Sosial, Budaya, dan

Masyarakat (SBM) HIMA TG BHUWANA (Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika) pada tahun 2011-2012, Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia (HMGI) sebagai anggota pada tahun 2011-2012, menjadi anggota dibidang SBM pada periode tahun 2012-2013, Unit Kegiatan Mahasiswa Cremona Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai anggota pada tahun 2012-2013, anggota *American Association of Petroleum Geologist* (AAPG) pada tahun 2013-2014, anggota *Society of Exploration Geophysicist* (SEG) pada tahun 2013-2014. Pada tahun 2014 penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. GEOSERVICES (LTD.) selama 40 hari.

PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrohim,
Dengan mengucapkan syukur kepada kehadirat Allah SWT,*

Saya persembahkan karya ini kepada:

*Bapak dan Mamah selaku orang tua yang selalu sabar,
menyayangi, menafkahi, dan mendoakan dengan tulus
hingga saya mampu menyelesaikan pendidikan S1.*

*Mbak Dwi, Mas Agung, Mbak Weni, Mas Wahyu,
Mbak Febi sebagai kakak yang selalu mendukung,
menasehati, mendoakan, dan membantu selama ini*

Keluarga besar yang selalu mendukung

*Ade Audina Maharani dan keluarga yang selalu
mendukung dan menemani dalam suka dan duka selama
ini*

*Sahabat-sahabat tercinta yang selalu setia membantu
dan menemani dalam suka maupun duka*

Serta almamater Universitas Lampung.

MOTTO

“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Ada Kemudahan...”
“Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Ada Kemudahan...”
(QS. Al Insyirah : 5-6)

“Kegagalan Hanya Terjadi Bila Kita Menyerah”
(B.J Habibie)

*“Life is Like Riding Bicycle. To Keep Your Balance,
You Must Keep Moving”*
(Albert Einstein)

*“Kepercayaan Pada Diri Sendiri Akan Menjadi Kekuatan Yang
Mampu Mengubah Takdir”*
(Anonim)

“Setiap Masalah Dalam Hidup Selalu Ada Hikmah Dibalikinya”
(Penulis)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi yang berjudul **“Identifikasi Bawah Permukaan Lapangan Minyak “HUF” Sumatera Selatan Untuk Mendeliniasi Struktur Cekungan Hidrokarbon Berdasarkan Data Gayaberat”** dapat terselesaikan dengan baik sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat berjalan dan selesai dengan baik berkat dukungan materil maupun moral serta bimbingan dari berbagai pihak, mulai dari awal perkuliahan sampai penyusunan skripsi. Kebaikan dari banyak pihak tersebut penulis sadari tidak dapat dibalas satu persatu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya Sangudi Pramono dan Wardani Widyastuti yang selalu mendoakan, mendidik, dan memberikan semangat dengan sabar, penuh perjuangan, dan kerja keras selama masa perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini.
2. Mbak Dwi, Mas Agung, Mbak Weni, Mas Wahyu, Mbak Febi yang selalu membantu dan mendukung saya selama masa perkuliahan.

3. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik dan pembimbing akademik yang mengajarkan banyak ilmu pengetahuan dan pembaharuan dalam Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Geofisika.
4. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Geofisika, dosen pembimbing, dan dosen penguji saya yang telah membantu membimbing dalam perkuliahan dan skripsi saya.
5. Bapak Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu membimbing dalam perkuliahan dan dengan sabar mengoreksi serta memberikan bimbingan pada skripsi saya.
7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Geofisik Unila yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih untuk semua ilmu, jasa dan kesabarannya yang telah diberikan.
8. *Partner* hidup Ade Audina Maharani dan keluarga yang memberikan semangat, motivasi, serta dukungan dalam kehidupan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat “Suzuran” yang selalu susah senang bersama Aji, Tanjung, Bima, Nando, Amri, Kak Mamet, Kak Syayid, Sari yang memberikan warna dalam hidup dan memberikan semangat serta bantuan kepada saya.
10. Teman seperjuangan Roy dan Sari yang telah banyak memberikan waktu, tenaga, dan bantuannya kepada saya.

11. Sahabat-sahabat SMP Bobi, Kiki, Hendra, Adit, Rifan, Yusa, Bayu, Dini, Tia yang membuat hidup saya penuh warna dan tidak hambar.
12. Teman-teman Teknik Geofisika Universitas Lampung angkatan 2010 (TG Mania '10) yang telah menjadi teman dalam perkuliahan, saya sangat bersyukur atas kesempatan untuk mengenal kalian semua dan terimakasih telah memberikan banyak kenangan.
13. Kakak-kakak Teknik Geofisika 2007, 2008, dan 2009 yang telah membagikan ilmu dan pengalamannya selama masa perkuliahan.
14. Adik-adik Teknik Geofisika 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, dan 2017 yang telah memberikan partisipasi dan bantuannya untuk menyelesaikan skripsi ini.
15. *Mio "bleki"* yang selalu menemani berjuang meski hujan dan panas.
16. *Crew* Kantin Uye Mas Heru, Mas Henddra, Mbak Kiki, Risa yang selalu menemani penulis dan membagikan pengalaman-pengalamannya.
17. Bude Eli, Bude Ita, Mas Edo, Kiki yang memberikan masukan, dukungan, dan cerita di Kantin Teknik.
18. *Fans* dan *Haters* yang memberikan warna berbeda dalam kehidupan penulis.
19. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis ucapkan satu persatuyang memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.

Bandar Lampung, Desember 2017
Penulis

Ade Setiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
 I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Daerah Penelitian.....	4
2.2. Struktur Geologi	5
2.3. Tektonik Regional	8
2.4. Statigrafi	10

2.5. Fisiografi	17
2.6. Morfologi.....	18
2.7. <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Selatan	19

III. TEORI DASAR

3.1. Prinsip Dasar Gayaberat	23
3.2. Potensial Gayaberat	25
3.2.1. Potensial 2D atau Logaritmik	26
3.2.2. Potensial 3D atau Newtonian.....	26
3.3. Faktor Geologi	28
3.4. Koreksi-Koreksi Dalam Metode Gayaberat	30
3.4.1. Koreksi Pasang Surut (<i>Tide Correction</i>)	30
3.4.2. Koreksi Apungan (<i>Drift Correction</i>)	31
3.4.3. Koreksi Lintang (<i>Latitude Correction</i>)	33
3.4.4. Koreksi Udara Bebas (<i>Free Air Correction</i>)	34
3.4.5. Koreksi Bouguer (<i>Bouguer Correction</i>).....	35
3.4.6. Koreksi Medan (<i>Terrain Correction</i>)	35
3.5. Analisis Spektrum	36
3.6. Metode <i>Moving Average</i>	39
3.7. <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD)	40
3.8. Pemodelan Inversi 3D	42
3.9. Inversi Data.....	43
3.10. Patahan	45
3.10.1. <i>Normal Fault</i>	45
3.10.2. <i>Reverse Fault</i>	46
3.10.3. <i>Strike-slip Fault</i>	46
3.10.4. <i>Oblique-slip Fault</i>	47
3.10.5. <i>Rotation Fault</i>	47
3.11. <i>Basic Petroleum System</i>	48
3.11.1. <i>Source Rock</i>	49
3.11.2. Maturasi	50
3.11.3. <i>Reservoir Rock</i>	51
3.11.4. Migrasi	52
3.11.5. <i>Trap</i> (Jebakan)	53
3.11.6. <i>Seal Rock</i> (Batuan Penutup)	54

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian	55
4.2. Alat dan Bahan	56
4.3. Pengolahan Data	56
4.4. Diagram Alir.....	58

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Topografi	59
5.2. Anomali Bouguer	60
5.3. Analisis Spektrum	61
5.4. Anomali Regional.....	65
5.5. Anomali Residual	66
5.6. <i>Second Vertical Derivatif</i> (SVD)	67
5.6.1. Analisis Peta SVD Anomali Bouguer.....	67
5.6.2. Analisis Peta SVD Anomali Regional.....	69
5.6.3. Analisis Peta SVD Anomali Residual	70
5.7. Pemodelan Inversi 3D Anomali Bouguer.....	72
5.8. Analisis Struktur Patahan Berdasarkan Model 3D Residual dan Peta SVD Residual	74
5.9. Analisis Cekungan Berdasarkan Model 3D Anomali Residual	76

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	79
6.2. Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kisaran Nilai Rapat Masa Batuan.....	28
Tabel 2. Operator Filter SVD Menurut Elkins (1951).....	41
Tabel 3. Jadwal Kegiatan	55
Tabel 4. Hasil Perhitungan Analisis Spektrum	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta Topografi Daerah Pengukuran Daerah Sumatera Selatan	4
Gambar 2. Peta Cekungan Daerah Sumatera	6
Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian Dengan Modifikasi.....	7
Gambar 4. Keterangan Peta Geologi.....	8
Gambar 5. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	11
Gambar 6. Gaya Tarik Menarik Antara Dua Benda m_1 dan m_2	24
Gambar 7. Perbedaan Bentuk Muka Bumi Teori dan Muka Bumi Sebenarnya .	25
Gambar 8. Potensial Massa Pada 3D	27
Gambar 9. Perbedaan Nilai Gayaberat Di Kutub dan Di Khatulistiwa.....	33
Gambar 10. Perhitungan Koreksi Bouguer	35
Gambar 11. Kurva Ln A Dengan K	39
Gambar 12. Pemisahan Anomali Residual Didapat Dari Nilai Anomali Total Dikurangi Dengan Regional.....	40
Gambar 13. Alur Permodelan Inversi	43
Gambar 14. <i>Normal Fault</i>	46
Gambar 15. <i>Reverse Fault</i>	46
Gambar 16. <i>Strike-slip Fault</i>	47
Gambar 17. <i>Oblique Fault</i>	47
Gambar 18. <i>Rotation Fault</i>	48
Gambar 19. <i>Basic Petroleum System</i>	48
Gambar 20. Proporsi Relatif Dari Minyak Dan Gas Untuk Kerogen Tipe II	51
Gambar 21. Proses Migrasi	52
Gambar 22. Tipe Jebakan.....	54
Gambar 23. Diagram Alir Penelitian	58
Gambar 24. Peta Topografi Daerah Penelitian	59
Gambar 25. Peta Anomali Bouguer Lengkap Daerah Penelitian.....	60
Gambar 26. Lintasan Analisis Spektrum Dari Peta Anomali Bouguer Lengkap	62
Gambar 27. Grafik Analisis Spektrum Lintasan A-A'	63
Gambar 28. Grafik Analisis Spektrum Lintasan B-B'	63
Gambar 29. Grafik Analisis Spektrum Lintasan C-C'	64
Gambar 30. Peta Anomali Regional Daerah Penelitian.....	65
Gambar 31. Peta Anomali Residual Daerah Penelitian	66
Gambar 32. Peta SVD Anomali Bouguer Lengkap Dan Yang <i>Dioverlay</i> Terhadap Peta Geologi	68
Gambar 33. Peta SVD Anomali Regional Dan Yang <i>Dioverlay</i> Terhadap Peta Geologi	69
Gambar 34. Peta SVD Anomali Residual Dan Yang <i>Dioverlay</i> Terhadap Peta Geologi	71

Gambar 35. Model 3D Distribusi Densitas Hasil Inversi Anomali Bouguer Daerah Penelitian	73
Gambar 36. Struktur Patahan Pada Peta SVD Anomali Residual dan Model 3D Anomali Residual	75
Gambar 37. Model 3D Distribusi Densitas Hasil Inversi Anomali Residual Daerah Penelitian	76
Gambar 38. Struktur Patahan Pada Peta SVD Anomali Residual dan Model 3D Anomali Residual Dilihat Dari Arah Timur.....	77
Gambar 39. Pemodelan 3D Cekungan Daerah Penelitian	78

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah Nusantara dikenal mempunyai 128 cekungan yang diisi oleh batuan sedimen berumur Tersier. Sekitar 40 % dari seluruh cekungan berada di daratan (*onshore*). Ke 128 cekungan tersebut tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua. Cekungan berumur Pra-Tersier kebanyakan ditemukan di wilayah Indonesia bagian Timur, dan kebanyakan sulit ditarik batasnya dengan cekungan berumur Tersier karena umumnya ditindih (*overlain*) oleh cekungan berumur Tersier.

Hampir semua cekungan batuan sedimen di Indonesia sangat berpotensi mengandung sumber daya migas, batubara dan serpih minyak (*oil shale*). Cekungan Sumatera Selatan adalah suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam.

Metode gayaberat sendiri merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi dengan cara mengukur variasi medan gayaberat bumi. Adanya suatu sumber yang berupa suatu massa di bawah permukaan akan menyebabkan terjadinya gangguan

medan gayaberat. Gangguan medan gayaberat ini disebut sebagai anomali gayaberat.

Pada penelitian ini metode gayaberat yang digunakan yaitu pemodelan inversi 3D anomali Bouguer dan analisis *Second Vertical Derivatif (SVD)*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui struktur patahan dan model 3D *source* daerah penelitian. Permodelan diasosiasikan dengan informasi geologi di daerah tersebut, sehingga didapatkan informasi struktur bawah permukaan daerah penelitian.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai anomali Bouguer daerah penelitian.
2. Mengetahui struktur patahan daerah penelitian berdasarkan data *Second Vertical Derivative* anomali bouguer residual.
3. Mengetahui struktur cekungan hidrokarbon berdasarkan model inversi 3D.

1.3. Batasan Masalah

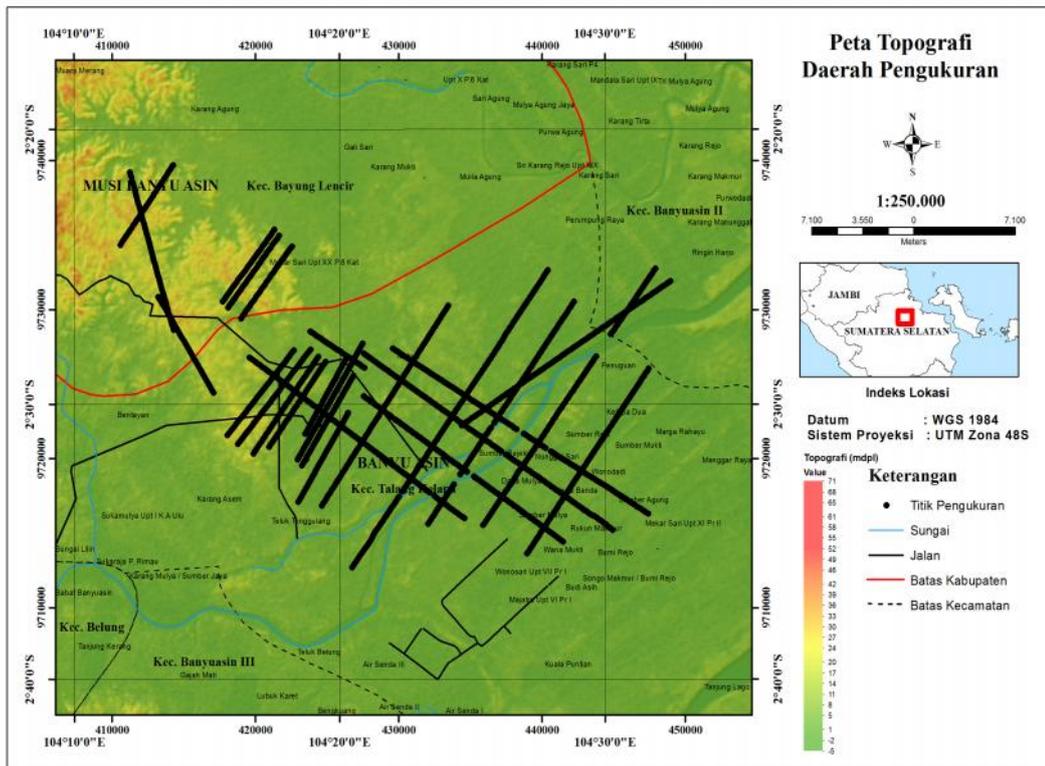
Penelitian ini dibatasi pada pengolahan data gayaberat untuk mendapatkan nilai anomali Bouguer, analisis struktur patahan pada *Second Vertical Derivatif*, dan analisis struktur bawah permukaan secara 3D berdasarkan hasil dari pemodelan inversi gayaberat 3D di daerah penelitian.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu informasi struktur bawah permukaan daerah penelitian yang dapat digunakan sebagai referensi penelitian lanjutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Penelitian



Gambar 1. Peta Topografi Daerah Pengukuran Daerah Sumatera Selatan

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Secara geografis terletak pada koordinat 415000 m – 445000 m UTM X dan 9715000 m – 9735000 m UTM Y. Dan luas lokasi penelitian sebesar 40 x 30 km².

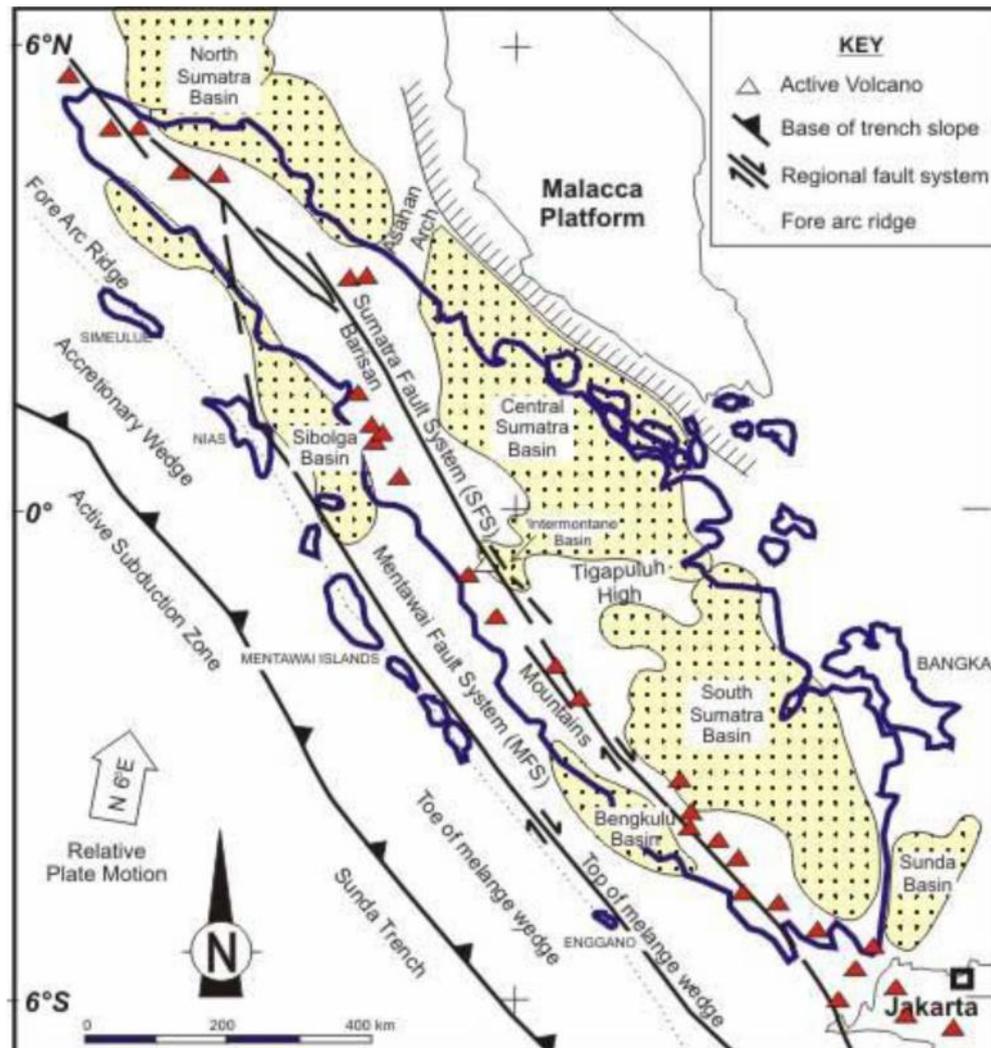
2.2. Struktur Geologi

Geologi Cekungan Sumatera Selatan adalah suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam. Zona penunjaman lempeng meliputi daerah sebelah barat Pulau Sumatera dan selatan Pulau Jawa. Beberapa lempeng kecil (*micro-plate*) yang berada di antara zona interaksi tersebut turut bergerak dan menghasilkan zona konvergensi dalam berbagai bentuk dan arah. Penunjaman lempeng Indo-Australia tersebut dapat mempengaruhi keadaan batuan, morfologi, tektonik dan struktur di Sumatera Selatan. Tumbukan tektonik lempeng di Pulau Sumatera menghasilkan jalur busur depan, magmatik, dan busur belakang (Bishop, 2000).

Cekungan Sumatera Selatan termasuk kedalam cekungan busur belakang (*Back Arc Basin*) yang terbentuk akibat interaksi antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng mikro-sunda. Cekungan ini dibagi menjadi 4 (empat) sub cekungan (Pulonggono, 1984) yaitu:

1. Sub Cekungan Jambi
2. Sub Cekungan Palembang Utara
3. Sub Cekungan Palembang Selatan
4. Sub Cekungan Palembang Tengah

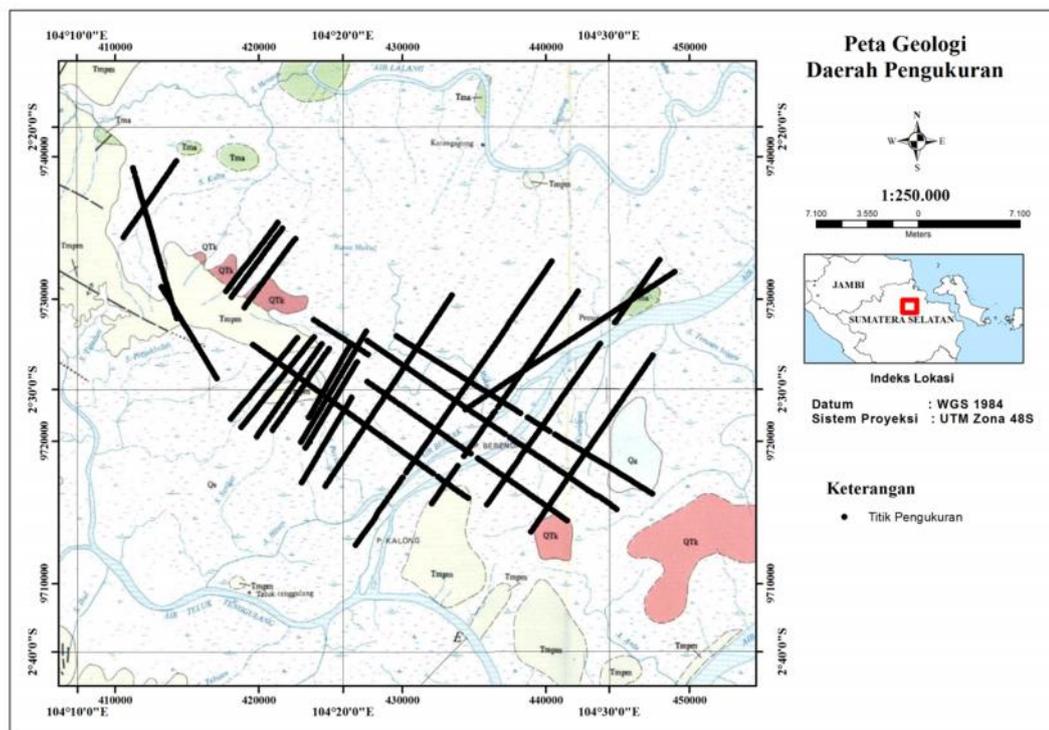
Cekungan ini terdiri dari sedimen Tersier yang terletak tidak selaras (*unconformity*) di atas permukaan metamorfik dan batuan beku Pra-Tersier.



Gambar 2. Peta Cekungan Daerah Sumatera (Bishop, 2000).

Cekungan Sumatera Selatan terbentuk dari hasil penurunan (*depression*) yang dikelilingi oleh tinggian-tinggian batuan Pra-Tersier. Pengangkatan Pegunungan Barisan terjadi di akhir Kapur disertai terjadinya sesar-sesar bongkah (*block faulting*). Selain Pegunungan Barisan sebagai pegunungan bongkah (*block mountain*) beberapa tinggian batuan tua yang masih tersingkap di permukaan adalah di Pegunungan Tigapuluh, Pegunungan Duabelas, Pulau Lingga dan Pulau Bangka yang merupakan sisa-sisa

tinggian "Sunda Landmass", yang sekarang berupa Paparan Sunda. Cekungan Sumatera Selatan telah mengalami tiga kali proses orogenesis, yaitu yang pertama adalah pada Mesozoikum Tengah, kedua pada Kapur Akhir sampai Tersier Awal dan yang ketiga pada Plio-Plistosen. Orogenesis Plio-Plistosen menghasilkan kondisi struktur geologi seperti terlihat pada saat ini. Tektonik dan struktur geologi daerah Cekungan Sumatera Selatan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu Zona Sesar Semangko, zona perlipatan yang berarah barat laut-tenggara dan zona sesar-sesar yang berhubungan erat dengan perlipatan serta sesar-sesar Pra-Tersier yang mengalami peremajaan.



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian Dengan Modifikasi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1995).

KETERANGAN		
Qs	Endapan Rawa	: Lumpur, lanau, dan pasir.
QTk	Formasi Kasai	: Tufa, tufa pasiran dan batu pasir tufan, berbatuapung.
Tmpm	Formasi Muaraenim	: Batu lempung dan batu lanau tufan dengan sisipan batubara
Tma	Formasi Airbenakat	: Perselingan batu lempung dengan serpih dan batu lanau, bersisipan batupasir

Gambar 4. Keterangan Peta Geologi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1995).

2.3. Tektonik Regional

Blake (1989) menyebutkan bahwa daerah Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur belakang berumur Tersier yang terbentuk sebagai akibat adanya interaksi antara Paparan Sunda (sebagai bagian dari lempeng kontinen Asia) dan lempeng Samudera India. Daerah cekungan ini meliputi daerah seluas $330 \times 510 \text{ km}^2$, dimana sebelah barat daya dibatasi oleh singkapan Pra-Tersier Bukit Barisan, di sebelah timur oleh Paparan Sunda (*Sunda Shield*), sebelah barat dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh dan ke arah tenggara dibatasi oleh Tinggian Lampung.

Menurut Salim et al. (1995), Cekungan Sumatera Selatan terbentuk selama Awal Tersier (Eosen – Oligosen) ketika rangkaian (seri) graben berkembang sebagai reaksi sistem penunjaman menyudut antara lempeng Samudra India

di bawah lempeng Benua Asia. Menurut De Coster, 1974 (dalam Salim, 1995), diperkirakan telah terjadi 3 episode orogenesis yang membentuk kerangka struktur daerah Cekungan Sumatera Selatan, yaitu orogenesis Mesozoik Tengah, tektonik Kapur Akhir – Tersier Awal dan Orogenesa Plio – Plistosen.

Episode pertama endapan – endapan Paleozoik dan Mesozoik termetamorfosa, terlipat dan terpatahkan menjadi bongkah struktur dan diintrusi oleh batolit granit serta telah membentuk pola dasar struktur cekungan. Menurut Pulunggono, 1992 (dalam Wisnu dan Nazirman, 1997), fase ini membentuk sesar berarah barat laut – tenggara yang berupa sesar – sesar geser.

Episode kedua pada Kapur Akhir berupa fase ekstensi menghasilkan gerak-gerak tensional yang membentuk *graben* dan *horst* dengan arah umum utara – selatan. Dikombinasikan dengan hasil orogenesis Mesozoik dan hasil pelapukan batuan-batuan Pra-Tersier, gerak-gerak tensional ini membentuk struktur tua yang mengontrol pembentukan Formasi Pra-Talang Akar.

Episode ketiga berupa fase kompresi pada Plio-Plistosen yang menyebabkan pola pengendapan berubah menjadi regresi dan berperan dalam pembentukan struktur perlipatan dan sesar sehingga membentuk konfigurasi geologi sekarang. Pada periode tektonik ini juga terjadi pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan yang menghasilkan sesar mendatar Semangko

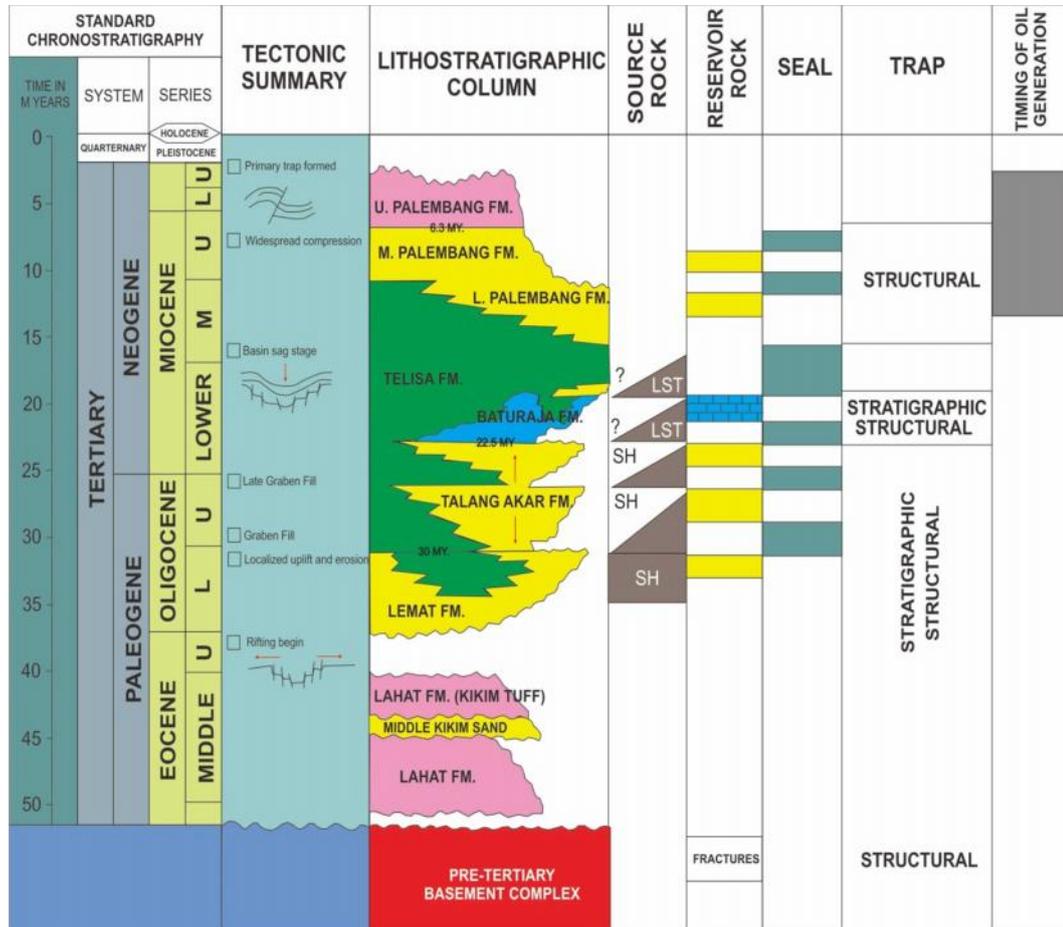
yang berkembang sepanjang Pegunungan Bukit Barisan. Pergerakan horisontal yang terjadi mulai Plistosen Awal sampai sekarang mempengaruhi kondisi Cekungan Sumatera Selatan dan Tengah sehingga sesar-sesar yang baru terbentuk di daerah ini mempunyai perkembangan hampir sejajar dengan sesar Semangko. Akibat pergerakan horisontal ini, orogenesis yang terjadi pada Plio-Plistosen menghasilkan lipatan yang berarah barat laut-tenggara tetapi sesar yang terbentuk berarah timur laut-barat daya dan barat laut-tenggara. Jenis sesar yang terdapat pada cekungan ini adalah sesar naik, sesar mendatar dan sesar normal.

Kenampakan struktur yang dominan adalah struktur yang berarah barat laut-tenggara sebagai hasil orogenesis Plio-Plistosen. Dengan demikian pola struktur yang terjadi dapat dibedakan atas pola tua yang berarah utara – selatan dan barat laut-tenggara serta pola muda yang berarah barat laut-tenggara yang sejajar dengan Pulau Sumatera .

2.4. Stratigrafi

Stratigrafi daerah Cekungan Sumatra Selatan secara umum dapat dikenal satu *megacycle* (daur besar) yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi. Formasi yang terbentuk selama fase transgresi dikelompokkan menjadi Kelompok Telisa (Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, dan Formasi Gumai). Kelompok Palembang diendapkan selama fase regresi (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, dan Formasi Kasai),

sedangkan Formasi Lemat dan *older* Lemat diendapkan sebelum fase transgresi utama.



Gambar 5. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (De Coster, 1974).

Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan menurut *De Coster* 1974 (**Gambar 5**) adalah sebagai berikut:

1. Kelompok Pra Tersier

Formasi ini merupakan batuan dasar (*basement rock*) dari Cekungan Sumatra Selatan. Tersusun atas batuan beku Mesozoikum, batuan metamorf Paleozoikum Mesozoikum, dan batuan karbonat yang termetamorfosa. Hasil *dating* di beberapa tempat menunjukkan bahwa

beberapa batuan berumur Kapur Akhir sampai Eosen Awal. Batuan metamorf Paleozoikum-Mesozoikum dan batuan sedimen mengalami pelipatan dan pensesaran akibat intrusi batuan beku selama episode orogenesis Mesozoikum Tengah (Mid-Mesozoikum).

2. Formasi Kikim Tuff dan *older* Lemat atau Lahat

Batuan tertua yang ditemukan pada Cekungan Sumatera Selatan adalah batuan yang berumur akhir Mesozoik. Batuan yang ada pada Formasi ini terdiri dari batupasir tuffan, konglomerat, breksi, dan lempung. Batuan-batuan tersebut kemungkinan merupakan bagian dari siklus sedimentasi yang berasal dari *Continental*, akibat aktivitas vulkanik, dan proses erosi dan disertai aktivitas tektonik pada akhir Kapur awal Tersier di Cekungan Sumatera Selatan.

3. Formasi Lemat Muda atau Lahat Muda

Formasi Lemat tersusun atas klastika kasar berupa batupasir, batu lempung, fragmen batuan, breksi, "*Granit Wash*", terdapat lapisan tipis batubara, dan tuf. Semuanya diendapkan pada lingkungan kontinen. Sedangkan Anggota Benakat dari Formasi Lemat terbentuk pada bagian tengah cekungan dan tersusun atas serpih berwarna coklat abu-abu yang berlapis dengan serpih tuffaan (*tuffaceous shales*), batu lanau, batu pasir, terdapat lapisan tipis batubara dan batu gamping (*stringer*) Glauconit; diendapkan pada lingkungan *fresh-brackish*. Formasi Lemat secara normal dibatasi oleh bidang ketidakselarasan (*unconformity*) pada bagian

atas dan bawah Formasi. Kontak antara Formasi Lemat dengan Formasi Talang Akar yang diinterpretasikan sebagai *paraconformable*. Formasi Lemat berumur Paleosen-Oligosen, dan Anggota Benakat berumur Eosen Akhir-Oligosen, yang ditentukan dari spora dan pollen, juga dengan *dating* K-Ar. Ketebalan formasi ini bervariasi, lebih dari 2500 kaki (\pm 760 M). Pada Cekungan Sumatra Selatan dan lebih dari 3500 kaki (1070 M) pada zona depresi sesar di bagian tengah cekungan (didapat dari data seismik).

4. Formasi Talang Akar

Formasi Talang Akar terdapat di Cekungan Sumatra Selatan, formasi ini terletak di atas Formasi Lemat dan di bawah Formasi Telisa atau anggota Basal Batu gamping Telisa. Formasi Talang Akar terdiri dari batu pasir yang berasal dari *delta plain*, serpih, lanau, batu pasir kuarsa, dengan sisipan batu lempung karbonan, batubara dan di beberapa tempat konglomerat. Kontak antara Formasi Talang Akar dengan Formasi Lemat tidak selaras pada bagian tengah dan pada bagian pinggir dari cekungan kemungkinan *paraconformable*, sedangkan kontak antara Formasi Talang Akar dengan Telisa dan Anggota Basal Batu gamping Telisa adalah *conformable*. Kontak antara Talang Akar dan Telisa sulit di pick dari sumur di daerah palung disebabkan litologi dari dua formasi ini secara umum sama. Ketebalan dari Formasi Talang Akar bervariasi 1500-2000 *feet* (sekitar 460-610m). Umur dari Formasi Talang Akar ini adalah Oligosen Atas-Miosen Bawah dan kemungkinan meliputi N3

(P22), N7, dan bagian N5 berdasarkan zona Foraminifera Plangtonik yang ada pada sumur yang dibor pada formasi ini berhubungan dengan *delta plain* dan daerah *shelf*.

5. Formasi Baturaja

Anggota ini dikenal dengan Formasi Baturaja. Diendapkan pada bagian intermediate-shelfal dari Cekungan Sumatera Selatan, di atas dan di sekitar platform dan tinggian. Kontak pada bagian bawah dengan Formasi Talang Akar atau dengan batuan Pra-Tersier. Komposisi dari Formasi Baturaja ini terdiri dari Batu gamping Bank (*Bank Limestone*) atau platform dan *reefal*. Ketebalan bagian bawah dari formasi ini bervariasi, namun rata-rata 200-250 feet (sekitar 60-75 m). Singkapan dari Formasi Baturaja di Pegunungan Garba tebalnya sekitar 1700 feet (sekitar 520 m). Formasi ini sangat *fossiliferous* dan dari analisis umur anggota ini berumur Miosen. Fauna yang ada pada Formasi Baturaja umurnya N6-N7.

6. Formasi Telisa (Gumai)

Formasi Gumai tersebar secara luas dan terjadi pada zaman Tersier, formasi ini terendapkan selama fase transgresif laut maksimum, (*maximum marine transgressive*) ke dalam 2 cekungan. Batuan yang ada di formasi ini terdiri dari napal yang mempunyai karakteristik *fossiliferous*, banyak mengandung foram plankton. Sisipan batu gamping dijumpai pada bagian bawah. Formasi Gumai beda fasies dengan

Formasi Talang Akar dan sebagian berada di atas Formasi Baturaja. Ketebalan dari formasi ini bervariasi tergantung pada posisi dari cekungan, namun variasi ketebalan untuk Formasi Gumai ini berkisar dari 6000 – 9000 feet (1800-2700 m). Penentuan umur Formasi Gumai dapat ditentukan dari *dating* dengan menggunakan foraminifera planktonik. Pemeriksaan mikropaleontologi terhadap contoh batuan dari beberapa sumur menunjukkan bahwa fosil foraminifera planktonik yang dijumpai dapat digolongkan ke dalam zona *Globigerinoides sicanus*, *Globigerinotella insueta*, dan bagian bawah zona *Orbulina Satiralis* *Globorotalia peripheroranda*, umurnya disimpulkan Miosen Awal-Miosen Tengah. Lingkungan pengendapan Laut Terbuka, Neritik.

7. Formasi *Lower* Palembang (Air Benakat)

Formasi *Lower* Palembang diendapkan selama awal fase siklus regresi. Komposisi dari formasi ini terdiri dari batu pasir glaukonitan, batu lempung, batu lanau, dan batu pasir yang mengandung unsur karbonatan. Pada bagian bawah dari Formasi *Lower* Palembang kontak dengan Formasi Telisa. Ketebalan dari formasi ini bervariasi dari 3300 – 5000 kaki (sekitar 1000 – 1500 m). Fauna-fauna yang dijumpai pada Formasi *Lower* Palembang ini antara lain *Orbulina Universa d'Orbigny*, *Orbulina Suturalis Bronimann*, *Globigerinoides Subquadratus* Bronimann, *Globigerina Venezuelana* Hedberg, *Globorotalia Peripronda* Blow & Banner, *Globorotalia Venezuelana* Hedberg, *Globorotalia Peripronda* Blow & Banner, *Globorotalia mayeri* Cushman & Ellisor,

yang menunjukkan umur Miosen Tengah N12-N13. Formasi ini diendapkan di lingkungan laut dangkal.

8. Formasi *Middle* Palembang (Muara Enim)

Batuan penyusun yang ada pada formasi ini berupa batu pasir, batu lempung, dan lapisan batubara. Batas bawah dari Formasi *Middle* Palembang di bagian selatan cekungan berupa lapisan batubara yang biasanya digunakan sebagai marker. Jumlah serta ketebalan lapisan-lapisan batubara menurun dari selatan ke utara pada cekungan ini. Ketebalan formasi berkisar antara 1500 – 2500 kaki (sekitar 450-750 m). De Coster (1974) menafsirkan formasi ini berumur Miosen Akhir sampai Pliosen, berdasarkan kedudukan stratigrafinya. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai *brackist* (pada bagian dasar), *delta plain* dan lingkungan *non marine*.

9. Formasi *Upper* Palembang (Kasai)

Formasi ini merupakan formasi yang paling muda di Cekungan Sumatra Selatan. Formasi ini diendapkan selama orogenesis pada Plio-Pleistosen dan dihasilkan dari proses erosi Pegunungan Barisan dan Pegunungan Tiga Puluh. Komposisi dari formasi ini terdiri dari batu pasir tuffan, lempung, dan kerakal dan lapisan tipis batubara. Umur dari formasi ini tidak dapat dipastikan, tetapi diduga Plio-Pleistosen. Lingkungan pengendapannya darat.

2.5. Fisiografi

Secara fisiografis Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan Tersier berarah barat laut – tenggara, yang dibatasi Sesar Semangko dan Bukit Barisan di sebelah barat daya, Paparan Sunda di sebelah timur laut, Tinggian Lampung di sebelah tenggara yang memisahkan cekungan tersebut dengan Cekungan Sunda, serta Pegunungan Dua Belas dan Pegunungan Tiga Puluh di sebelah barat laut yang memisahkan Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatera Tengah. Posisi Cekungan Sumatera Selatan sebagai cekungan busur belakang (Blake, 1989)

Di Sumatra selatan ada tiga pola sesar utama yang sebagian besar direkam dalam geofisika (seismic dan gaya berat) dan dari hasil korelasi pemboran. Arah-arrah tersebut adalah: utara-selatan, timur laut-barat daya, dan barat laut-tenggara. Indonesia dikenal sebagai wilayah yang mempunyai tatanan geologi yang unik dan rumit. Banyak ahli geologi yang berusaha menjelaskan fenomena tersebut, baik dengan menggunakan pendekatan teori tektonik klasik maupun tektonik global.

Mewakili contoh pemikiran tektonik klasik, Van Bemmelen (1933) menggunakan Teori Undasi dalam menjelaskan keberadaan jalur-jalur magmatik yang menyebar secara ritmik menerus dari Sumatera ke Kalimantan barat dan Kalimantan. Berikutnya, Westerveld (1952) merekonstruksikan jalur orogen di Indonesia dengan menggunakan pendekatan konsep geosinklin. Hasilnya adalah terpetakan lima jalur orogen dan satu kompleks orogen yang ada di Indonesia.

2.6. Morfologi

Pulau Sumatra memanjang dari barat laut ke tenggara dengan panjang 1.650 km dari Ule Lhee sampai Tanjung Cina (Djodjo dkk, 1985) lebar pulau di bagian utara berkisar 100 – 200 Km di bagian Selatan mencapai 350 Km. Secara garis besar topografi Pegunungan Sumatra dapat dibagi kedalam tiga bagian yang menjalur dari barat laut - tenggara. Zona barisan Sumatera Selatan berada pada bagian tengah.

Bagian Tengah ini merupakan jalur vulkanis (*Inner Arc*) yang menduduki bagian tengah Pulau Sumatra dengan posisi agak ke Barat. Jalur ini dikenal dengan sebutan Bukit Barisan. Bukit Barisan ini memiliki lebar yang tidak sama. Bukit Barisan (*Zone Barisan*) mengalami peristiwa-peristiwa geologis yang berulang-ulang dan kenampakan sekarang adalah sebagai hasil fenomena geologis yang terjadi pada *Plio-Pleistocene*. Berdasarkan fenomena pada *Plio-Pleistocene* maka zone Barisan dapat diuraikan menjadi tiga yaitu Zona Barisan Selatan, Zone Barisan Tengah dan Zona Barisan Utara (Van Bemmelen, 1949, 678). Zona Barisan Sumatra Selatan sendiri dibagi menjadi tiga unit blok sesaran yaitu:

- a. Blok Bengkulu (*The Bengkulu Block*) pada bagian Barat membentuk monoklinal dengan kemiringan 5 – 10 derajat ke arah Laut India (*Indian Ocean*) dan tepi Timur Laut berupa bidang patahan. Batas Timur Laut Blok Bengkulu adalah Semangko Graben, Ujung Selatan Semangko Graben berupa Teluk Semangko di Selat Sunda. Sedangkan

panjang Graben Semangko yang membentang dari Danau Ranau – Kota Agung di Teluk Semangko adalah 45 Km dan lebarnya 10 Km.

- b. Blok Semangko (*Semangko Central Blok*) Terletak diantara Zone Semangko Sesaran Lampung (*Lampung Fault*). Bagian selatan dari blok Semangko terbagi menjadi bentang alam menjadi seperti pegunungan Semangko, Depresi Ulehbeluh dan Walima, Horst Ratai dan Depresi Telukbetung. Sedangkan bagian utara Blok Semangko (*Central Block*) berbentuk seperti Dome (diameter + 40 Km).
- c. Blok Sekampung (*The Sekampung Blok*) Blok Sekampung merupakan sayap Timur Laut Bukit Barisan di sumatra Selatan. Blok ini merupakan Pasang Blok Bengkulu. Jika dilihat secara keseluruhan maka Zona Barisan bagian Selatan (di daerah Lampung) memperlihatkan sebagai geantiklin yang besar di mana *Bengkulu Block* sebagai sayap barat daya, lebar 30 Km kemudian *Sekampung Block* sebagai sayap timur laut, lebar 35 Km dan puncak geantiklinnya adalah *central block* (Blok Semangko) dengan lebar 75 Km.

2.7. *Petroleum System Cekungan Sumatera Selatan*

Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan yang produktif sebagai penghasil minyak dan gas. Hal itu dibuktikan dengan banyaknya rembesan minyak dan gas yang dihubungkan oleh adanya antiklin. Letak rembesan ini berada di kaki bukit Gumai dan pegunungan Barisan. Sehingga dengan adanya peristiwa rembesan tersebut, dapat digunakan sebagai indikasi awal

untuk eksplorasi adanya hidrokarbon yang berada di bawah permukaan berdasarkan *petroleum system* (Ariyanto, 2011).

1. Batuan Induk (*Source Rock*)

Hidrokarbon pada cekungan Sumatera Selatan diperoleh dari batuan induk *lacustrine* formasi Lahat dan batuan induk *terrestrial coal* dan *coaly shale* pada formasi Talang Akar. Batuan induk *lacustrine* diendapkan pada kompleks *half-graben*, sedangkan *terrestrial coal* dan *coaly shale* secara luas pada batas *half-graben*. Selain itu pada batu gamping formasi Batu Raja dan *shale* dari Formasi Gumai memungkinkan juga untuk dapat menghasilkan hidrokarbon pada area lokalnya (Bishop, 2000). Gradien temperatur di cekungan Sumatera Selatan berkisar 49°C/Km. Gradien ini lebih kecil jika dibandingkan dengan cekungan Sumatera Tengah, sehingga minyak akan cenderung berada pada tempat yang dalam. Formasi Batu Raja dan formasi Gumai berada dalam keadaan matang hingga awal matang pada generasi gas termal di beberapa bagian yang dalam dari cekungan, oleh karena itu dimungkinkan untuk menghasilkan gas pada *petroleum system* (Bishop, 2000).

2. Reservoir

Dalam cekungan Sumatera Selatan, beberapa formasi dapat menjadi reservoir yang efektif untuk menyimpan hidrokarbon, antara lain adalah pada *basement*, formasi Lahat, formasi Talang Akar, formasi Batu Raja, dan formasi Gumai. Sedangkan untuk sub cekungan Palembang Selatan produksi hidrokarbon terbesar berasal dari formasi Talang Akar dan formasi Batu Raja. *Basement* yang berpotensi sebagai reservoir terletak

pada daerah *uplifted* dan *paleohigh* yang didalamnya mengalami rekahan dan pelapukan. Batuan pada *basement* ini terdiri dari granit dan kuarsit yang memiliki porositas efektif sebesar 7 %. Untuk formasi Talang Akar secara umum terdiri dari *quartzone sandstone*, *siltstone*, dan pengendapan *shale*. Sehingga pada *sandstone* sangat baik untuk menjadi reservoir. Porositas yang dimiliki pada formasi talang Akar berkisar antara 15-30 % dan permeabilitasnya sebesar 5 Darcy. Formasi Talang Akar diperkirakan mengandung 75% produksi minyak dari seluruh cekungan Sumatera Selatan (Bishop, 2000). Pada reservoir karbonat formasi Batu Raja, pada bagian atas merupakan zona yang *porous* dibandingkan dengan bagian dasarnya yang relatif ketat (*tight*). Porositas yang terdapat pada formasi Baturaja berkisar antara 10-30 % dan permeabilitasnya sekitar 1 Darcy (Ariyanto, 2011)

3. Batuan Penutup (*Seal*)

Batuan penutup cekungan Sumatra Selatan secara umum berupa lapisan *shale* cukup tebal yang berada di atas reservoir formasi Talang Akar dan Gumai itu sendiri (*intraformational seal rock*). *Seal* pada reservoir batu gamping formasi Batu Raja juga berupa lapisan *shale* yang berasal dari formasi Gumai. Pada reservoir batupasir formasi Air Benakat dan Muara Enim, *shale* yang bersifat *intraformational* juga menjadi *seal rock* yang baik untuk menjebak hidrokarbon (Ariyanto, 2011).

4. Jebakan (*Trap*)

Jebakan hidrokarbon utama diakibatkan oleh adanya antiklin dari arah barat laut ke tenggara dan menjadi jebakan yang pertama dieksplorasi. Antiklin ini dibentuk akibat adanya kompresi yang dimulai saat awal miosen dan berkisar pada 2-3 juta tahun yang lalu (Bishop, 2000). Selain itu jebakan hidrokarbon pada cekungan Sumatra Selatan juga diakibatkan karena struktur. Tipe jebakan struktur pada cekungan Sumatra Selatan secara umum dikontrol oleh struktur-struktur tua dan struktur lebih muda. Jebakan struktur tua ini berkombinasi dengan sesar naik sistem *wrench fault* yang lebih muda. Jebakan struktur tua juga berupa sesar normal regional yang menjebak hidrokarbon. Sedangkan jebakan struktur yang lebih muda terbentuk bersamaan dengan pengangkatan akhir Pegunungan Barisan (pliosen sampai plistosen) (Ariyanto, 2011).

5. Migrasi

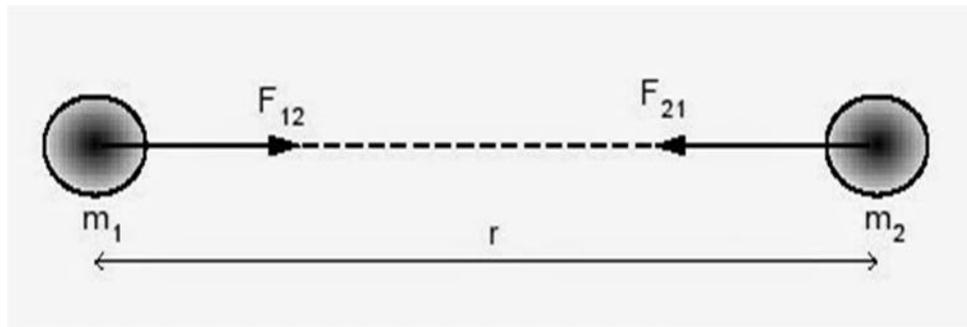
Migrasi hidrokarbon ini terjadi secara horisontal dan vertikal dari *source rock* serpih dan batubara pada formasi Lahat dan Talang Akar. Migrasi horizontal terjadi di sepanjang kemiringan *slope*, yang membawa hidrokarbon dari *source rock* dalam kepada batuan reservoir dari formasi Lahat dan Talang Akar sendiri. Migrasi vertikal dapat terjadi melalui rekahan-rekahan dan daerah sesar turun mayor. Terdapatnya resapan hidrokarbon di dalam Formasi Muara Enim dan Air Benakat adalah sebagai bukti yang mengindikasikan adanya migrasi vertikal melalui daerah sesar kala Pliosen sampai Plietosen (Ariyanto, 2011).

III. TEORI DASAR

3.1. Prinsip Dasar Gayaberat

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

Medan gravitasi adalah medan konservatif, dimana usaha yang dilakukan untuk memindahkan suatu massa pada medan gravitasi tidak bergantung pada lintasan tapi hanya bergantung pada posisi awal dan posisi akhir (Telford et al, 1990). Dasar teori penggunaan metode gayaberat (*gravity*) adalah Hukum Newton.



Gambar 6. Gaya Tarik Menarik Antara Dua Benda m_1 dan m_2 .

dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

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

Dimana hukum itu menyatakan gaya tarik menarik F (Gambar 6) antara dua massa m_1 dan m_2 dengan dimensi yang kecil sehubungan dengan jarak r antara keduanya, dan G merupakan konstanta gaya berat universal yaitu $6,672 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ det}^{-2}$ (Blakely, 1995).

Mempertimbangkan adanya gaya tarik gravitasi *spherical*, non-rotasi, dan massa homogen bumi M dan radius R pada massa kecil m di permukaan. Hal ini relatif sederhana untuk menunjukkan bahwa massa bola bertindak seolah-olah terkonsentrasi di tengah-tengah bola, ditunjukkan dalam persamaan berikut:

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

Gaya dihubungkan dengan percepatan ditunjukkan dalam persamaan sebagai berikut:

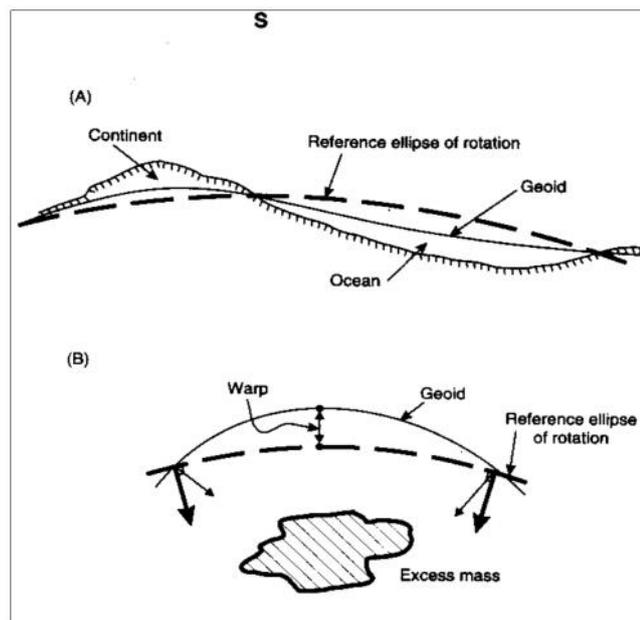
$$g = \frac{GM}{R^2} \quad (3)$$

Disebut juga sebagai percepatan gravitasi. Di bumi percepatan gravitasi secara teori akan konstant, namun bentuk elipsoid bumi, rotasi bumi, dan relief permukaan yang tidak biasa juga distribusi massa internal yang berbeda-beda mengakibatkan perbedaan variasi gayaberat sebenarnya bumi.

3.2. Potensial Gayaberat

Percepatan gravitasi (g) adalah vektor kuantitas, yang memiliki nilai dan arah. namun potensial gayaberat (U) adalah skalar dan hanya memiliki nilai dan tidak memiliki arah.

$$U = \frac{GM}{r} \quad (4)$$



Gambar 7. Perbedaan Bentuk Muka Bumi Teori dan Muka Bumi Sebenarnya (Reynolds, 1997).

Turunan pertama dari U pada suatu arah hanya menunjukkan komponen gaya berat pada arah tersebut, sehingga potensial lapangan yang muncul

memberikan fleksibilitas komputasional. Permukaan ekuipotensial dapat didefinisikan sebagai U konstan. Muka air laut atau geoid adalah acuan paling mudah dikenali sebagai permukaan equipotensial dimana semua permukaannya dianggap horizontal. Gambar 4 menunjukkan perbedaan bentuk muka bumi teori dan bentuk muka bumi sebenarnya

3.2.1. Potensial 2D atau Logaritmik

Apabila suatu massa sangat panjang dalam arah y dan memiliki *cross section* seragam, bentuknya berubah-ubah pada bidang xz . Gaya tarik gravitasi diperoleh dari sebuah potensial logaritmik (Telford, 1990). Dimana persamaan :

$$U = 2 G \rho \int_x \int_z \ln \frac{1}{r'} dx dz \quad (5)$$

Dimana $r' = x^2 + z^2$. Pengaruh gravitasi untuk bentuk 2D adalah :

$$g = -\left(\frac{\partial U}{\partial z}\right) \quad g = 2G \iint_{xz} \rho \left(\frac{z}{r'^2}\right) dx dz \quad (6)$$

Dimana :

$$\iint dx dz = \iint r' dr d\theta = \int r dr \int d\theta = \int r'^2 d\theta \quad (7)$$

$$g = 2G \iint \rho \left(\frac{z}{r'^2}\right) r'^2 dx dz \quad (8)$$

$$g = 2G \int \rho \left(\frac{z}{r'^2}\right) r'^2 d\theta \quad (9)$$

$$g = 2G \rho \oint z d\theta \quad (10)$$

3.2.2. Potensial 3D atau Newtonian

Medan gaya tarik bumi (gravitasi) bersifat konservatif artinya usaha yang dilakukan sebuah massa dalam suatu medan gravitasi tidak bergantung pada

lintasan yang ditempuhnya, namun hanya bergantung pada titik akhirnya saja. Jika suatu benda yang pada akhirnya kembali pada posisi awalnya, energi yang dikeluarkannya adalah nol. Bentuk gaya gravitasi adalah vektor yang mengarah sepanjang garis yang menghubungkan dua pusat massa. Medan konservatif kemungkinan berasal dari sebuah fungsi potensial skalar $U(x,y,z)$ disebut dengan Newtonian atau potensial 3D (Telford et all, 1990).

$$\nabla U(x,y,z) = -\frac{F(x,y,z)}{m_2}$$

$$\nabla U(x,y,z) = g(x,y,z) \quad (11)$$

Dalam koordinat *spherical* menjadi :

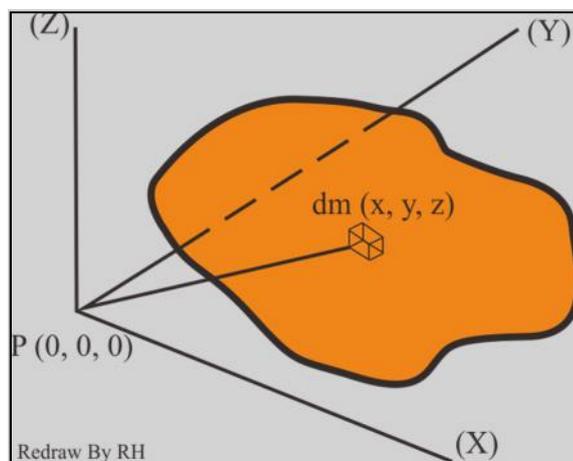
$$\nabla U(r,\theta,\varphi) = -\frac{F(r,\theta,\varphi)}{m_2} \quad (12)$$

$$\nabla U(r,\theta,\varphi) = -g(r,\theta,\varphi) \quad (13)$$

Alternatif lainnya kita dapat memecahkan potensial gravitasi dalam bentuk :

$$U(r,\theta,\varphi) = \int_{\infty}^r (\nabla U) dr \quad (14)$$

Mengingat sebuah massa 3D yang bentuknya berubah ubah seperti gambar 7 dibawah ini :



Gambar 8. Potensial Massa Pada 3D (Telford dkk., 1990)

Potensial dan percepatan gravitasi pada sebuah titik yang paling luar dapat diperoleh dengan membagi massa kedalam elemen kecil (dm) dan menjumlahkannya untuk mendapatkan pengaruh totalnya. Potensial untuk elemen massa dm di titik (x,y,z) dengan jarak r dari $P(0,0,0)$ adalah :

$$dU = G \frac{dm}{r} = G\rho dx dy \frac{dz}{r} \quad (15)$$

Dimana (x,y,z) adalah rapat massa, dan $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$. Maka massa m potensial totalnya adalah :

$$U = G \int_x \int_y \int_z \left(\frac{\rho}{r^2} \right) dx dy dz \quad (16)$$

Karena g adalah percepatan gravitasi dalam arah z , dan menganggap konstan,

$$g = - \left(\frac{\partial U}{\partial z} \right) \quad (17)$$

$$g = G\rho \int_x \int_y \int_z \left(\frac{z}{r^2} \right) dx dy dz \quad (18)$$

3.3. Faktor Geologi

Survei gayaberat sensitif terhadap perubahan densitas batuan, sehingga faktor yang mempengaruhi densitas akan mempengaruhi interpretasi data gayaberat. Kisaran nilai rapat massa batuan dari beberapa tipe material diberikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kisaran Nilai Rapat Massa Batuan (Telford dkk., 1990).

Alluvium (<i>wet</i>)	1,96-2,00
Clay	1,63-2,60
Shale	2,06-2,66
Sandstone	2,05-2,55
Limestone	2,60-2,80
Chalk	1,94-2,23
Dolomite	2,28-2,90
Halite	2,10-2,40

Granite	2,52-2,75
Granodiorite	2,67-2,79
Anorthosite	2,61-2,75
Basalt	2,70-3,20
Gabbro	2,85-3,12
Gneiss	2,61-2,99
Quartzite	2,60-2,70
Amphibolite	2,79-3,14
Chromite	4,30-4,60
Pyrrhotite	4,50-4,80
Magnetite	4,90-5,20
Pyrite	4,90-5,20
Casiterite	6,80-7,10
Galena	7,40-7,60

Seharusnya dalam survei gayaberat ditekankan penentuan densitas berdasarkan batuan yang dapat ditemukan di permukaan, dimana kemungkinan terjadi pelapukan atau dapat juga didapat dari dari lubang bor, dimana kemungkinan terjadi *stress relaxation* dan lebih hancur dibandingkan pengukuran tidak langsung. Sebagai konsekuensi, eror pada penetapan densitas paling signifikan ditentukan pada survei gayaberat dibanding pengolahan data. Hal ini harus diingat pada saat menginterpretasi data anomali gayaberat, sehingga sesuai dengan geologi daerah pengukurannya. Kebanyakan batuan umumnya memiliki densitas sekitar $1,60 - 3,20 \text{ Mgm}^{-3}$. Nilai densitas batuan bergantung pada komposisi mineral dan besar porositas batuannya. Variasi pada porositas adalah sebab utama dalam perbedaan densitas pada batuan sedimen. Sehingga pada sekuen batuan sedimen nilai densitas cenderung akan tinggi sesuai dengan umur, kedalaman, sementasi, dan kompaksi. Sedangkan pada batuan beku porositas tidak terlalu berpengaruh pada besaran nilai densitas, kebanyakan

disebabkan komposisinya. Densitas umumnya meningkat seiring pengurangan kadar asam.

3.4. Koreksi-Koreksi Dalam Metode Gayaberat

Secara teoritis permukaan bumi merupakan permukaan yang rata tanpa variasi topografi yang disebut sferoid. Namun pada kenyataannya nilai gayaberat di setiap titik permukaan bumi bervariasi. Variasi gayaberat di permukaan bumi tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:

1. Perbedaan derajat lintang di Bumi
2. Posisi bumi pada pergerakan benda-benda langit
3. Perbedaan elevasi
4. Efek dari topografi di sekeliling daerah pengukuran
5. Perubahan rapat massa di tiap-tiap tempat, secara lateral maupun vertikal
6. Perubahan daerah di sekeliling daerah penelitian seperti hujan dan banjir

Dalam metode gayaberat yang diperhitungkan hanya faktor densitas bawah permukaannya, sehingga faktor-faktor lain harus dikoreksi, sehingga dilakukan berbagai macam koreksi dalam metode gayaberat, antara lain:

3.4.1. Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan pengaruh gravitasi benda-benda di luar bumi seperti bulan dan matahari, yang berubah

terhadap lintang dan waktu. Penurunan efek tidal ini hampir sebagian besar menggunakan persamaan Longman (1959).

$$tide = G(r) \left[\left(\frac{c}{R} \right)^3 \left(\sin 2\theta_m + \frac{1}{3} \right) + \frac{1}{6} \frac{r}{c} \left(\frac{c}{R} \right)^4 (5 \cos 3\theta_m + 3 \cos \theta_m) \right] \quad (19)$$

Dalam prakteknya, koreksi tidal dilakukan dengan cara mengukur nilai gayaberat di stasiun yang sama (*base*) pada interval waktu tertentu. Kemudian bacaan gravimeter tersebut diplot terhadap waktu agar menghasilkan suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung koreksi tidal. Nilai koreksi tidal ini selalu ditambahkan pada pembacaan gayaberat.

$$g_t = g_{obs} + tide_{obs} \quad (20)$$

dimana:

g_t = gayaberat terkoreksi tidal

g_{obs} = gayaberat bacaan

$tide_{obs}$ = koreksi tidal

3.4.2. Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Gravimeter biasanya dirancang dengan sistem keseimbangan pegas dan dilengkapi massa yang tergantung bebas diujungnya. Karena pegas tidak elastis sempurna, maka sistem pegas tidak kembali ke kedudukan semula. Koreksi alat karena sifat pegas yang tidak kembali ke kedudukan semula disebut koreksi apungan (*Drift Correction*). Koreksi ini dilakukan untuk mengoreksi kesalahan pembacaan gravimeter pada saat melakukan pengukuran nilai gravitasi di suatu tempat. *Drift* adalah penyimpangan pembacaan

nilai gravitasi yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti elastisitas pegas pada alat, pengaruh suhu, dan guncangan selama survey. Semua alat gravimeter harus cukup peka untuk kepentingan perseksi geofisika secara komersial, sehingga akan mempunyai variasi terhadap waktu. Hal tersebut dikarenakan faktor internal yakni adanya struktur dalam alat yang berupa pegas sangat halus sehingga perubahan mekanis yang sangat kecil akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran, (Susilawati, 2005). Untuk mengatasi kesalahan pembacaan gravimeter pada saat pengukuran nilai gravitasi maka perlu dilakukan sistem pengukuran tertutup (*looping*) pada *base station* dalam satu kali survei, yaitu dengan pembacaan di awal dan akhir pada *base station*, sehingga perbandingan nilai awal dan akhir dapat diketahui. Perbedaan inilah yang disebabkan oleh kesalahan pembacaan gravimeter. Besarnya koreksi *Drift* dirumuskan sebagai berikut:

$$DC = \frac{g_A' - g_A}{t_A' - t_A} (t_n - t_A) \quad (21)$$

Dimana :

DC : *Drift Correction* pada titik acuan pengamatan

g_A : harga gravitasi di titik acuan waktu awal

g_A' : harga gravitasi di titik acuan waktu akhir

t_A : waktu awal pengambilan data

t_A' : waktu akhir pengambilan data

t_n : waktu pengamatan di titik pengamatan ke-n

3.4.3. Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Koreksi ini dilakukan karena terdapat perbedaan antara jari-jari bumi di kutub dengan di katulistiwa sebesar 21 km. Dimana jari-jari di kutub 6.356 km sedangkan di khatulistiwa 6.378 km. Hal ini menyebabkan nilai gayaberat di kutub akan lebih besar dibandingkan nilai gayaberat di katulistiwa.

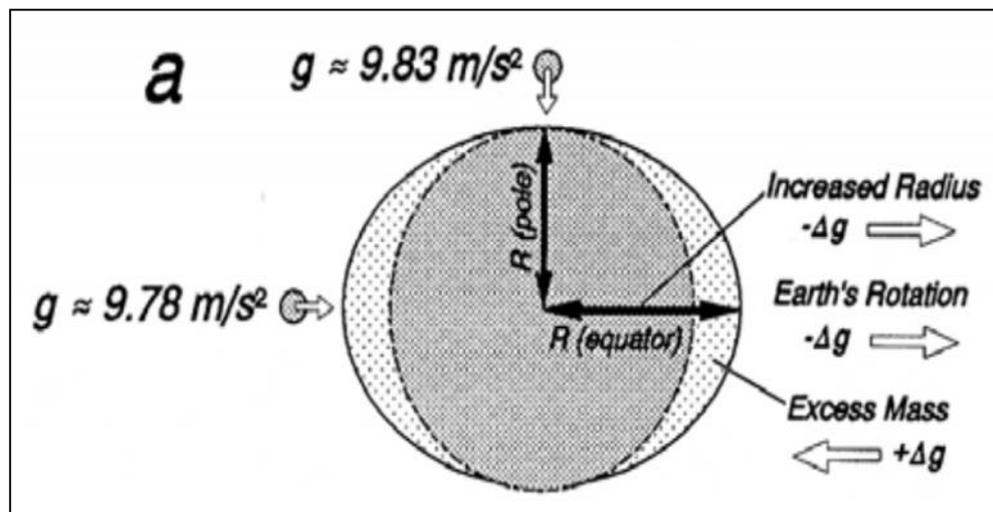
Untuk memperhitungkan faktor *spheroid* dan geoid bumi, maka tahun 1967 *International Assosiation of Geodesy* merumuskan suatu formula bernama GRS67 dengan persamaan :

$$g_n = 978.3185 (1 + 0.005278895 \sin^2 \varphi - 0.000023462 \sin^2 2\varphi) \quad (22)$$

Dimana :

φ : sudut lintang

g_n : gaya berat normal pada lintang { (mgal)



Gambar 9. Perbedaan Nilai Gayaberat Di Kutub dan Di Khatulistiwa (Telford dkk., 1990).

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

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan efek topografi atau efek ketinggian yang mempengaruhi nilai pembacaan nilai gayaberat tanpa memperhatikan efek dari massa batuan. Dengan kata lain koreksi udara bebas merupakan perbedaan gayaberat yang diukur pada *mean sea level* (geoid) dengan gayaberat yang diukur pada ketinggian h meter dengan tidak ada batuan di antaranya.

Nilai gaya berat pada *mean sea level* dengan menganggap bentuk bumi yang ideal, *spheroid*, tidak berotasi, dan massa terkonsentrasi pada pusatnya, yaitu:

$$g_0 = G \frac{M}{R^2} \quad (23)$$

Nilai gayaberat pada stasiun pengukuran dengan elevasi h (meter) dari *mean sea level* (Kadir, 2000) adalah:

$$g_h = G \frac{M}{(R+h)^2} = g_0 + h \frac{\partial g_0}{\partial R} \quad (24)$$

Perbedaan nilai gayaberat antara yang terletak pada *mean sea level* dengan titik yang terletak pada elevasi h (meter) adalah koreksi udara bebas (FAC) diberikan persamaan sebagai berikut (Telford dkk,1990):

$$FAC = \partial g_f = \frac{\partial g_0}{\partial R} h = \frac{\partial \left(G \frac{M}{R^2} \right)}{\partial R} h = -\frac{2GM}{R^3} h = -\left(\frac{2g_0}{R} \right) h = -0,3085 \cdot h \quad (25)$$

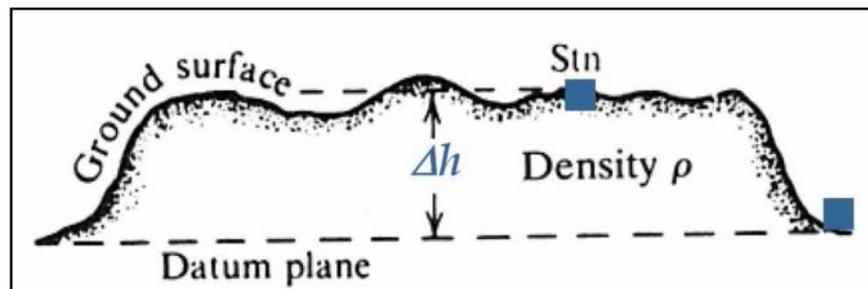
Dengan $g_0 = 981785$ mGal dan $R = 6371000$ meter

Sehingga besarnya anomali pada posisi tersebut menjadi :

$$FAA = g_{obs} - g_{\phi} + FAC \quad (26)$$

3.4.5. Koreksi Bouguer (*Bouguer Correction*)

Koreksi Bouguer diperhitungkan karena ada efek tarikan dari massa batuan yang berada di stasiun dan bidang datum dengan asumsi memiliki jari-jari tak terhingga dengan tebal h (meter) dan densitas ... (gr/cc).



Gambar 10. Perhitungan Koreksi Bouguer (Telford dkk., 1990).

Nilai koreksi Bouguer dapat dicari dengan persamaan

$$BC = 2\pi G\rho h \quad (27)$$

3.4.6. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Koreksi medan dilakukan karena permukaan bumi di sekitar titik pengukuran memiliki suatu efek topografi dan perbedaan elevasi yang besar, seperti lembah di sekitar stasiun pengukuran, sehingga dilakukan koreksi pada anomali Bouguer.

Koreksi medan mengakomodir ketidakraturan pada topografi sekitar titik pengukuran. Pada saat pengukuran, elevasi topografi di sekitar titik pengukuran, biasanya dalam radius dalam dan luar, diukur elevasinya, sehingga koreksi ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$TC = \frac{2\pi G\rho}{n}(r_L - r_D) + \left(\sqrt{r_L^2 - z^2}\right) - \left(\sqrt{r_D^2 - z^2}\right)mGal \quad (28)$$

dengan:

r_L dan r_D : radius luar dan radius dalam kompartemen

z : perbedaan elevasi rata-rata kompartemen

n : jumlah segmen dalam zona tersebut

Karena komponen gaya horizontal (koreksi medan) bersifat mengurangi nilai gayaberat terukur, maka koreksi medan harus ditambahkan pada *Simple Bouguer Anomali* (SBA), sehingga anomali menjadi *Complete Bouguer Anomali* (CBA).

$$CBA = SBA + TC \quad (29)$$

3.5. Analisis Spektrum

Analisis spektrum dilakukan untuk mengestimasi lebar jendela dan mengestimasi kedalaman dari anomali gayaberat. Selain itu analisis spektrum juga dapat digunakan untuk membandingkan respon spektrum dari berbagai metode filtering. Analisis spektrum dilakukan dengan mentransformasi fourier lintasan-lintasan yang telah ditentukan. Spektrum diturunkan dari potensial gayaberat yang teramati pada suatu bidang horizontal dimana transformasi fouriernya sebagai berikut (Blakely, 1995):

$$F(U) = \gamma\mu F\left(\frac{1}{r}\right) \text{ dan } F\left(\frac{1}{r}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0-z')}}{|k|} \quad (30)$$

maka persamaannya menjadi:

$$F(U) = 2\pi\gamma\mu \frac{e^{|k|(z_0-z')}}{|k|} \quad (31)$$

dimana :

U : potensial gayaberat

μ : anomali rapat massa

γ : konstanta gayaberat

r : jarak

Transformasi *fourier* anomali gayaberat yang diamati pada bidang horizontal diberikan oleh persamaan:

$$F(g_z) = \gamma\mu F\left(\frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r}\right) = \gamma\mu \frac{\partial}{\partial z} F\left(\frac{1}{r}\right) = 2\pi\gamma\mu e^{|k|(z_0-z')} \quad (32)$$

Dimana:

g_z : anomali gaya berat

z_0 : ketinggian titik amat

k : bilangan gelombang

z : kedalaman benda anomali

Jika distribusi rapat massa bersifat random dan tidak ada korelasi antara masing-masing nilai gaya berat, maka $2\pi\gamma\mu = 1$ sehingga hasil transformasi *fourier* anomali gaya berat menjadi :

$$A = C e^{|k|(z_0-z')} \quad (33)$$

Dengan:

A = amplitudo

C = konstanta

Estimasi lebar jendela dilakukan untuk menentukan lebar jendela yang akan digunakan untuk memisahkan data regional dan residual. Untuk mendapatkan estimasi lebar jendela yang optimal didapatkan dengan melogaritma-kan spektrum amplitudo yang dihasilkan dari transformasi *fourier* di atas, sehingga memberikan hasil persamaan garis lurus. Komponen k menjadi berbanding lurus dengan spektrum amplitudo.

$$\ln A = (z_0 - z')|k| \quad (34)$$

Dari persamaan garis lurus di atas, melalui regresi linier diperoleh batas antara orde satu (zona regional) dan orde dua (zona residual), sehingga nilai k pada batas tersebut diambil sebagai penentu lebar jendela. Hubungan panjang gelombang (λ) dengan k diperoleh dari persamaan Blakely (1995):

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (35)$$

dimana :

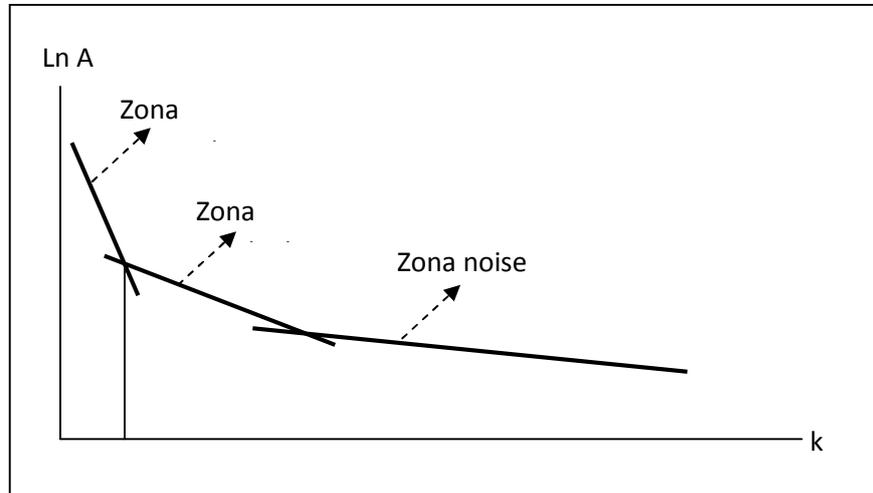
$$\lambda = n \cdot \Delta x \quad (36)$$

Dengan n adalah lebar jendela, maka didapatkan estimasi lebar jendelanya yaitu:

$$n = \frac{\lambda}{\Delta x} = \frac{2\pi}{k\Delta x} \quad (37)$$

Untuk estimasi kedalaman diperoleh dari nilai gradien persamaan garis lurus di atas. Nilai gradien hasil regresi linier zona regional menunjukkan

kedalaman regional dan nilai hasil regresi linier zona residual menunjukkan kedalaman residual.



Gambar 11. Kurva Ln A Dengan k

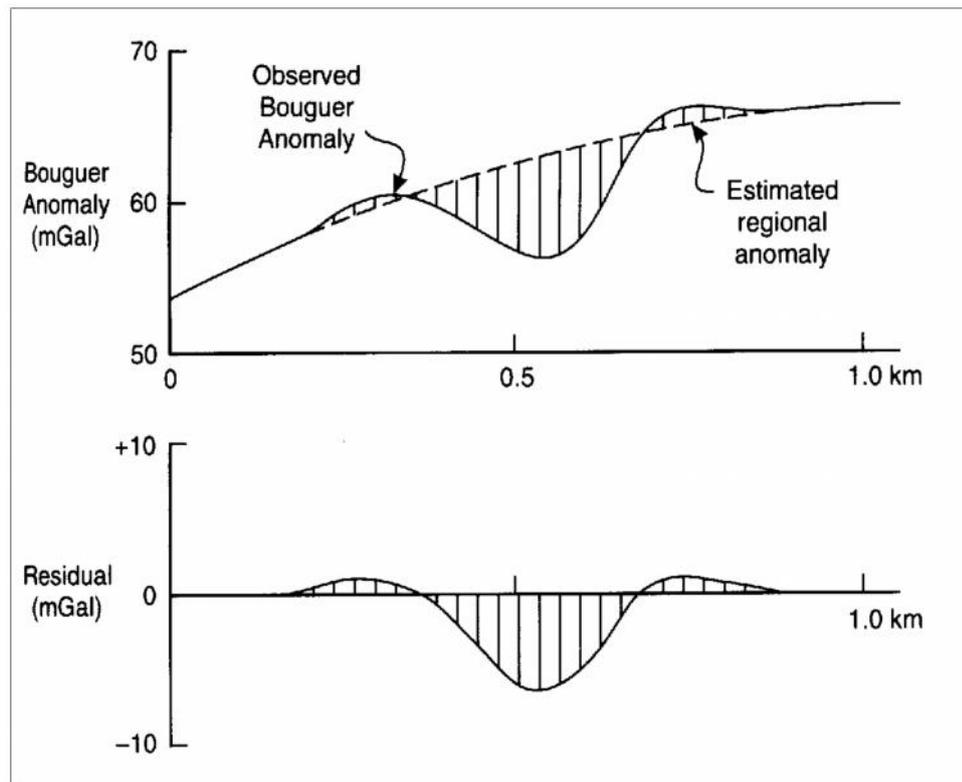
3.6. *Moving Average*

Metode *moving average* dilakukan dengan cara merata-ratakan nilai anomali gayaberat. Hasil dari metode *moving average* adalah anomali regional. Nilai anomali residual didapatkan dengan mengurangkan nilai anomali total dengan anomali regional, dapat dilihat pada Gambar 10. Pada kasus 1-D dijabarkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\Delta g_r = \frac{\Delta g_{(i-n)} + \dots + \Delta g_{(i)} + \dots + \Delta g_{(i+n)}}{N} \quad (38)$$

Sedangkan pada kasus 2-D, diberikan pada persamaan sebagai berikut:

$$\Delta g_R = \frac{1}{25} [(\Delta g_{(B1)} + \Delta g_{(B2)} + \dots + \Delta g_{(B25)})] \quad (39)$$



Gambar 12. Pemisahan Anomali Residual Didapat Dari Nilai Anomali Total Dikurangi Dengan Regional. (Reynolds, 1997).

3.7. *Second Vertical Derivative (SVD)*

Second vertical derivative merupakan salah satu teknik *filtering* yang dapat memunculkan anomali residual (efek dangkal). Adanya struktur patahan dalam suatu daerah akan dapat diketahui dengan baik menggunakan teknik ini. *SVD* bersifat *high pass filter* atau meninggikan nilai anomali dengan panjang gelombang yang pendek. Sayangnya *SVD* juga meningkatkan noise dan dapat memproduksi banyak nilai *SVD* yang tidak berhubungan dengan geologi. Dalam beberapa kasus *SVD* tidak memberikan keuntungan yang jelas dari peta anomali Bouguer. Hal ini harus menjadi pertimbangan dalam interpretasi gayaberat.

Terdapat beberapa operator filter *SVD*, yang dihitung oleh Henderson dan Zeits (1949), Elkins (1951) dan Rosenbach (1952). Dalam penelitian ini digunakan filter *SVD* hasil Elkins.

Tabel 2. Operator filter *SVD* menurut Elkins (1951)

0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0334	+1.0668	-0.0334	0.0000
-0.0833	-0.0667	-0.0334	-0.0667	-0.0833
0.0000	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000

Secara teoritis, metode ini diturunkan dari persamaan *Laplace* :

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \quad (40)$$

$$\nabla^2 \Delta g = \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \quad (41)$$

Sehingga,

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = 0 \quad (42)$$

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = - \left[\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} \right] \quad (43)$$

Untuk data penampang 1-D, dimana y mempunyai nilai yang tetap, maka persamaannya adalah:

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = - \left[\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right] \quad (44)$$

Dari persamaan diatas dapat diketahui bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat adalah sama dengan negatif dari *derivative* orde 2 horisontalnya, artinya bahwa anomali *SVD* dapat melalui *derivative* orde 2 maka:

$$\Delta g = \frac{\frac{g_1 - g_{i-1}}{\Delta x} - \frac{g_{1+i} - g_i}{\Delta x}}{\Delta x} \quad (45)$$

Sehingga,

$$\Delta g = \frac{g_{i+1} - 2g_i + g_{i-1}}{\Delta x^2} \quad (46)$$

Karena *second vertical derivative* merupakan negatif dari *derivative* orde ke 2 horisontalnya maka:

$$\Delta g = \frac{g_{i+1} - 2g_i + g_{i-1}}{\Delta x^2} \quad (47)$$

Arah kemiringan kurva *SVD* dapat menunjukkan jenis sesar, diketahui dari perbandingan antara harga mutlak *SVD* maksimum dan minimum yang diberikan oleh:

a. Untuk patahan naik

$$\left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right)_{maks} < \left| \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right) \right|_{min} \quad (48)$$

b. Untuk patahan turun

$$\left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right)_{maks} > \left| \left(\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} \right) \right|_{min} \quad (49)$$

3.8. Pemodelan Inversi 3D

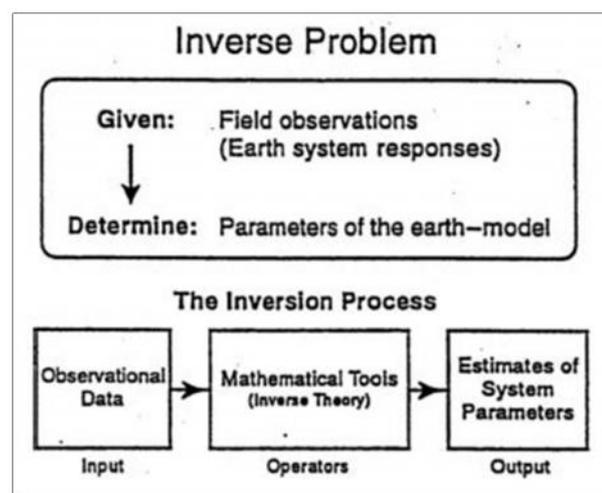
Untuk mendapatkan struktur bawah permukaan dari data gayaberat, maka anomali Bouguer hasil pengukuran dan perhitungan harus dilakukan pemodelan dengan metode *foward modelling* atau *inversion modelling*. Pada penelitian ini pemodelan data anomali Bouguer dilakukan dengan metode inversi menggunakan *software* Grav3D versi 2.0. Pemodelan inversi dikatakan sebagai kebalikan dari pemodelan ke depan, karena dalam pemodelan inversi parameternya diperoleh langsung dari data. Pemodelan

inversi sering pula disebut sebagai data *fitting* karena dalam prosesnya dicari parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data. Secara matematis untuk menghitung respon gayaberasat digunakan metode perumusan Plouff (1976):

$$g = G\Delta\rho \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \mu_{ijk} \left[z_k \arctan \frac{x_i y_i}{z_k R_{ijk}} - x_i \log(R_{ijk} + y_i) - y_i \log(R_{ijk} + x) \right] \quad (50)$$

3.9 Inversi Data

Proses inversi adalah suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisis bawah permukaan. Di dalam proses inversi, kita melakukan analisis terhadap data lapangan dengan cara melakukan *curve fitting* (pencocokan kurva) antara model matematika dan data lapangan. Tujuan dari proses inversi adalah untuk mengestimasi parameter fisis batuan yang tidak diketahui sebelumnya (*unknown parameter*). Alur permodelan dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Alur Permodelan Inversi (Supriyanto, 2007).

Dalam masalah inversi, kita selalu berhubungan dengan parameter model (M) dan jumlah data (N) yang mana jumlah dari masing-masing akan menentukan klasifikasi permasalahan inversi dan cara penyelesaiannya. Bila jumlah model parameter lebih sedikit dibandingkan data lapangan ($M < N$), maka ini disebut *overdetermined*, dan cara penyelesaiannya biasanya menggunakan pencocokan (*best fit*) terhadap data lapangan. Jika dalam kondisi yang lain dimana jumlah parameter yang ingin dicari lebih banyak dari pada jumlah datanya, maka ini disebut *problem underdetermined*. Namun bila terdapat banyak model yang dapat sesuai dengan datanya hal ini disebut *non-uniquenes*. Berikut contoh inversi pada model bidang 2D, diberikan pada persamaan berikut:

$$m_1 + m_2x_i + m_3y_i = d_i \quad (51)$$

Dimana m_1, m_2, m_3 adalah *unknown parameter* yang akan dicari dan d adalah data. Dari persamaan itu dapat kita nyatakan :

$$m_1 + m_2x_1 + m_3y_1 = d_1 \quad (52)$$

$$m_1 + m_2x_2 + m_3y_2 = d_2$$

$$m_1 + m_2x_3 + m_3y_3 = d_3$$

.....

$$m_1 + m_2x_N + m_3y_N = d_N \quad (53)$$

Semua persamaan itu dapat ditulis pada matriks seperti sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_N & y_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} \quad (54)$$

Lalu dapat ditulis secara singkat

$$Gm=d \quad (55)$$

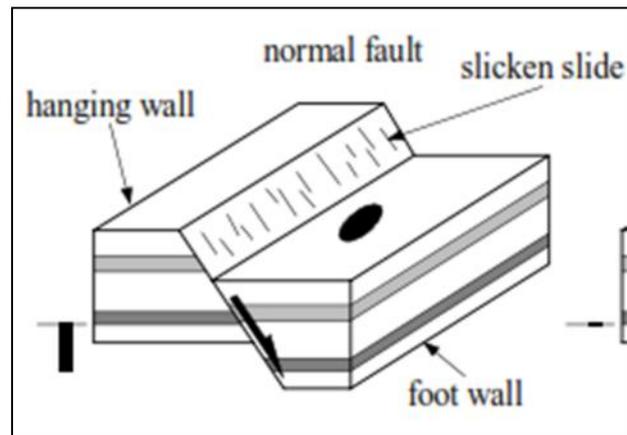
Dimana d adalah data yang dinyatakan dalam vektor kolom, dan m adalah *unknown parameter* juga dalam vektor kolom. Dan G adalah matriks kernel (Supriyanto, 2007).

3.10. Patahan

Struktur patahan terbentuk apabila tekanan cukup kuat, sehingga tidak dapat dinetralisir oleh sifat plastis batuan. Berdasarkan arah gerakan batuan di sepanjang bidang patahan dikenal lima tipe-tipe patahan, yaitu *normal fault*, *reverse fault*, *strike-slip fault*, *oblique-slip fault*, dan *rotation fault*.

3.10.1. Normal Fault

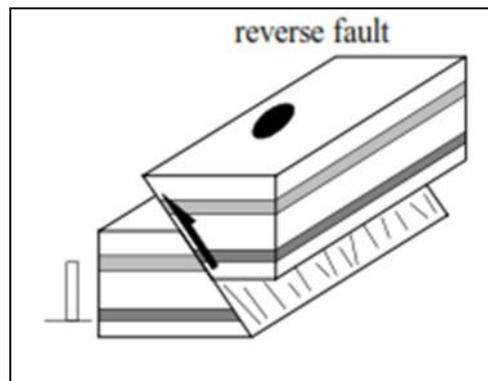
Normal Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya mengikuti arah gaya berat, yaitu ke bawah sepanjang bidang patahan.



Gambar 14. *Normal Fault* (Ramsay-Huber, 1987).

3.10.2. *Reverse Fault*

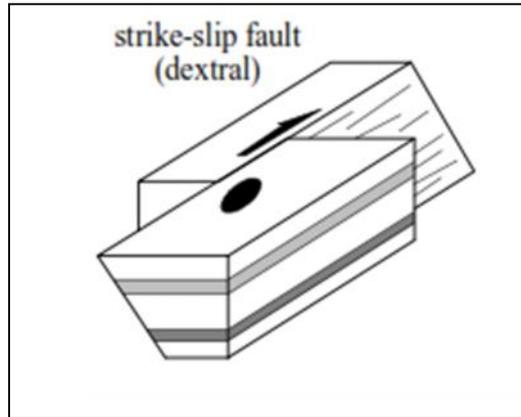
Reverse Fault adalah Patahan yang arah gerak blok batuan nya berlawanan dengan arah gerak *normal fault*, yaitu mengarah ke atas.



Gambar 15. *Reverse Fault* (Ramsay-Huber, 1987).

3.10.3. *Strike-slip Fault*

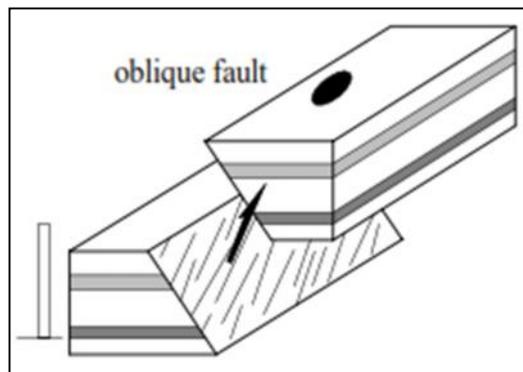
Strike-slip Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya mendatar sepanjang bidang patahan.



Gambar 16. *Strike-slip Fault* (Ramsay-Huber, 1987).

3.10.4. *Oblique-slip Fault*

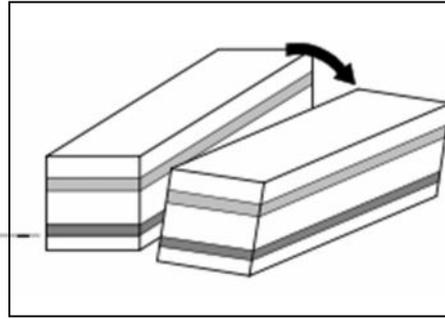
Oblique-Slip Fault adalah Patahan yang arah gerak blok batuan nya saling menjauhi dalam arah mendatar atau arah lain, sehingga membentuk jurang yang lebar.



Gambar 17. *Oblique-Slip Fault* (Ramsay-Huber, 1987).

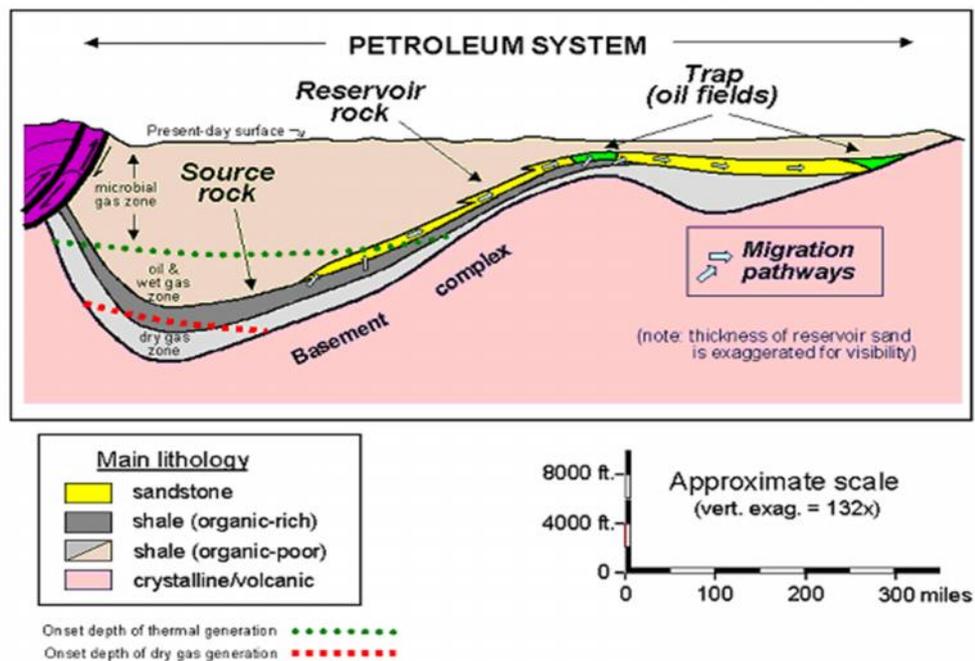
3.10.5. *Rotation Fault*

Rotational Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya memutar bidang patahan.



Gambar 18. *Rotation Fault* (Ramsay-Huber, 1987).

3.11. *Basic Petroleum System*



Gambar 19. *Basic Petroleum System* (Magoon and Dow, 1994)

Dalam mencari minyak dan gas bumi diperlukanya suatu eksplorasi. Eksplorasi merupakan kegiatan mencari dan menemukan sumberdaya hidrokarbon dan memperkirakan potensi hidrokarbon dialam sebuah cekungan. Namun untuk melakukan suatu eksplorasi perlu adanya suatu

sistem. Sistem ini disebut dengan *Basic Petroleum System*, yaitu proses untuk menemukan kandungan hidrokarbon dibawah permukaan. Di dalam *Basic Petroleum System* terdapat komponen-komponen penting yang harus ada. Komponen-komponen tersebut adalah:

3.11.1. *Source Rock*

Source rocks adalah endapan sedimen yang mengandung bahan-bahan organik yang dapat menghasilkan minyak dan gas bumi ketika endapan tersebut tertimbun dan terpanaskan.

Bahan-bahan organik yang terdapat di dalam endapan sedimen selanjutnya dikenal dengan kerogen (dalam bahasa Yunani berarti penghasil lilin).

Terdapat empat tipe kerogen:

Tipe I: bahan- bahan organik kerogen Tipe I merupakan alga dari lingkungan pegendapan *lacustrine* dan *lagoon*. Tipe I ini dapat menghasilkan minyak ringan (light oil) dengan kuallitas yang bagus serta mampu menghasilkan gas.

Tipe II: merupakan campuran material tumbuhan serta mikroorganisme laut. Tipe ini merupakan bahan utama minyak bumi serta gas.

Tipe III: Tanaman darat dalam endapan yang mengandung batu bara. Tipe ini umumnya menghasilkan gas dan sedikit minyak.

Tipe IV: Bahan-bahan tanaman yang teroksidasi. Tipe ini tidak bisa menghasilkan minyak dan gas.

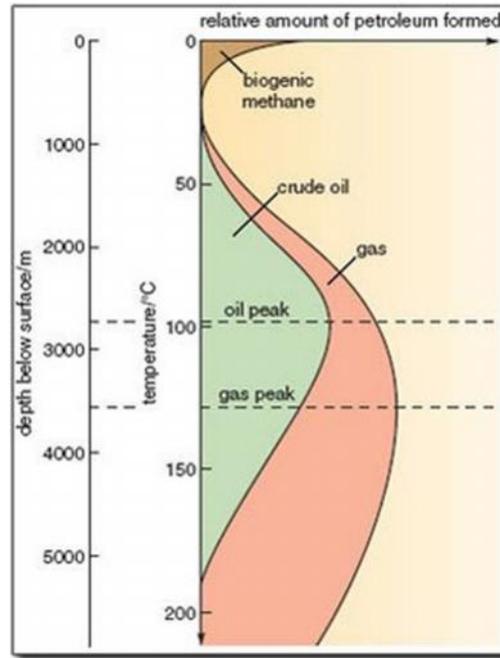
Kandungan kerogen dari suatu *source rock* dikenal dengan TOC (*Total Organic Carbon*), dimana standar minimal untuk 'keekonomisan' harus lebih besar dari 0.5%.

Implikasi penting dari pengetahuan tipe kerogen dari sebuah prospek adalah kita dapat memprediksikan jenis hidrokarbon yang mungkin dihasilkan (minyak, gas, minyak & gas bahkan tidak ada migas).

3.11.2. Maturasi

Maturasi adalah proses perubahan secara biologi, fisika, dan kimia dari kerogen menjadi minyak dan gas bumi.

Proses maturasi berawal sejak endapan sedimen yang kaya bahan organik terendapkan. Pada tahapan ini, terjadi reaksi pada temperatur rendah yang melibatkan bakteri anaerobic yang mereduksi oksigen, nitrogen, dan belerang sehingga menghasilkan konsentrasi hidrokarbon. Proses ini terus berlangsung sampai suhu batuan mencapai 50 derajat celcius. Selanjutnya, efek peningkatan temperatur menjadi sangat berpengaruh sejalan dengan tingkat reaksi dari bahan-bahan organik kerogen. Karena temperatur terus meningkat sejalan dengan bertambahnya kedalaman, efek pemanasan secara alamiah ditentukan oleh seberapa dalam batuan sumber tertimbun (gradien geotermal). Gambar dibawah ini menunjukkan proporsi relatif dari minyak dan gas untuk kerogen tipe II, yang tertimbun di daerah dengan gradien geotermal sekitar $35\text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$.



Gambar 20. Proporsi Relatif Dari Minyak Dan Gas Untuk Kerogen Tipe II (Abdullah, 2007).

Terlihat bahwa minyak bumi secara signifikan dapat dihasilkan di atas temperatur 50 °C atau pada kedalaman sekitar 1200m lalu terhenti pada suhu 180 derajat atau pada kedalaman 5200m. Sedangkan gas terbentuk secara signifikan sejalan dengan bertambahnya temperatur/kedalaman.

Gas yang dihasilkan karena faktor temperatur disebut dengan *termogenic gas*, sedangkan yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri (suhu rendah, kedalaman dangkal <600m) disebut dengan *biogenic gas*.

3.11.3. *Reservoir Rock*

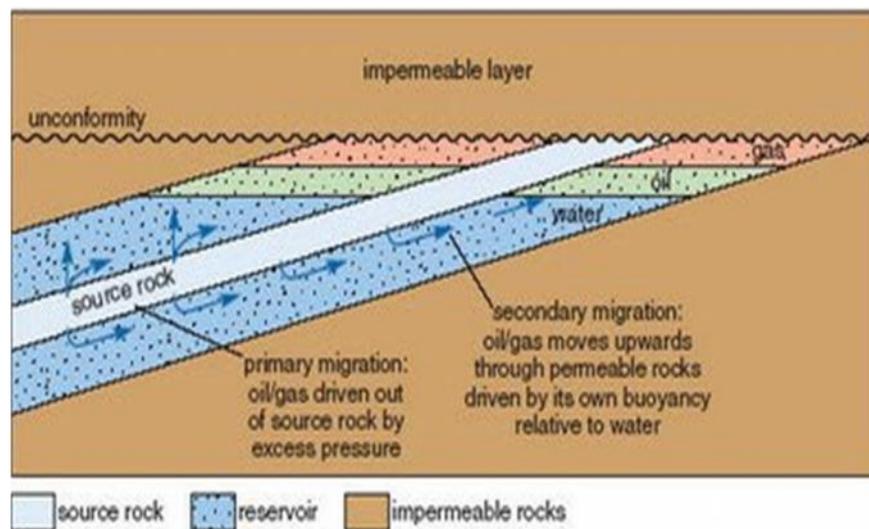
Batuan yang mampu menyimpan dan mampu mengalirkan hidrokarbon. Dimana batuan tersebut harus memiliki porositas

sebagai penyimpan hidrokarbon dan permeabilitas sebagai tempat mengalirnya hidrokarbon.

Jenis reservoir umumnya batu pasir dan batuan karbonat dengan porositas 15-30% (baik porositas primer maupun sekunder) serta permeabilitas minimum sekitar 1 mD (mili Darcy) untuk gas dan 10 mD untuk minyak ringan (*light oil*).

3.11.4. Migrasi

Migrasi adalah proses transportasi minyak dan gas dari batuan sumber menuju reservoir. Proses migrasi berawal dari migrasi primer (*primary migration*), yakni transportasi dari *source rock* ke reservoir secara langsung. Lalu diikuti oleh migrasi sekunder (*secondary migration*), yakni migrasi dalam batuan reservoir nya itu sendiri (dari reservoir bagian dalam ke reservoir bagian dangkal).



Gambar 21. Proses Migrasi (Abdullah, 2007).

3.11.5. *Trap* (Jebakan)

Sesuatu yang mampu menahan minyak dan gas bumi untuk berkumpul dan tidak berpindah lagi. Suatu *trap* harus terdiri dari batuan Reservoir sebagai tempat penyimpan hidrokarbon dan suatu set *Seal* agar sebagai penutup agar tidak terjadi migrasi lagi.

Proses migrasi dan pembentukan *trap* tidak saling berhubungan dan terjadi pada waktu yang berbeda. Waktu pembentukan *trap* sangat penting karena jika *trap* terbentuk sebelum hidrokarbon bermigrasi, maka kemungkinan akan ditemukannya akumulasi hidrokarbon di dalam *trap*. Jika sebaliknya, maka kemungkinan hidrokarbon telah melewati *trap* tersebut.

Adapun tipe jebakan, yaitu:

1. Jebakan Stratigrafi (D)

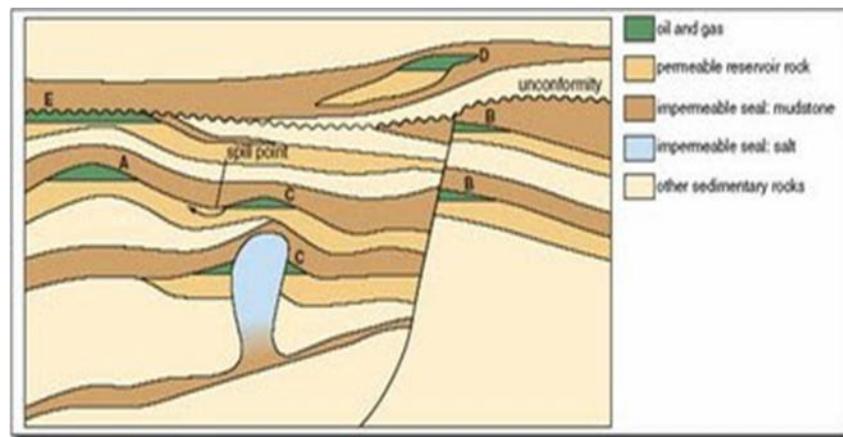
Jebakan yang dipengaruhi oleh variasi perlapisan secara vertikal dan lateral, perubahan fasis batuan dan ketidakselarasan dan variasi lateral dalam litologi pada suatu lapisan reservoir dalam perpindahan minyak bumi.

2. Jebakan Struktur (A-C)

Jebakan dipengaruhi oleh kejadian deformasi perlapisan dengan terbentuknya struktur lipatan dan patahan yang merupakan respon dari kejadian tektonik dan merupakan perangkap yang paling asli dan perangkap yang paling penting.

3. Jebakan Kombinasi (E)

Kombinasi antara struktural dan stratigrafi. Dimana pada perangkat jenis ini merupakan faktor bersama dalam membatasi Bergeraknya atau menjebak minyak bumi.



Gambar 22. Tipe Jebakan (Abdullah, 2007).

3.11.6. Seal Rock (Batuan Penutup)

Seal Rock atau Batuan Tudung adalah batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil. Batuan ini memiliki peran sebagai penyekat yang bersifat *non-permeable* seperti batulempung (*mudstone*), *anhydrite*, dan garam.

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai bulan Mei 2016. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder anomali Bouger lapangan minyak “HUF”, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun jadwal kegiatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Jadwal Kegiatan

JADWAL PENELITIAN																				
Kegiatan	Bulan																			
	1				2				3				4				5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■																	
Seminar Usul				■																
Pengolahan Data					■	■	■	■												
Pemodelan 3D									■	■	■	■								
Analisis dan Interpretasi													■	■	■	■				
Seminar Hasil																	■			
Ujian Kompre																				■

4.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peta Anomali Bouguer Lengkap (ABL) daerah penelitian
2. Peta geologi regional Sumatera Selatan
3. Peta topografi Sumatera Selatan
4. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Global Mapper 12*, *Surfer10*, *Microsoft Office Exel*, *Oasis Montaj*, *Numeri*, *Google Map*, dan *Grav3D*.

4.3. Pengolahan Data

Data gayaberat yang diolah adalah data gayaberat sekunder dalam bentuk peta *Simple Bouguer Anomaly* (SBA). Awalnya data ini diolah dengan *software Oasis Montaj* untuk mencari nilai *Terrain* dan *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). Kemudian data ini dilakukan digitasi menggunakan *Global Mapper 12* dan *Surfer 8*, sehingga didapatkan data yang sesuai dengan data sekunder yang telah diolah dengan batas nilai UTM X :415000-445000 dan UTM Y : 9715000-9735000 dengan spasi 750 m. Setelah dilakukan proses digitasi, dilakukan *slice* pada 3 lintasan lalu dilakukan Transformasi *Fourrier* dengan menggunakan *software Numeri*. Hasilnya digunakan sebagai analisis spektrum untuk menentukan nilai lebar jendela. Selanjutnya anomali gayaberat ini difilter dengan menggunakan metode *moving average* untuk mendapatkan nilai anomali regional, sedangkan nilai anomali residual didapatkan dengan mengurangi nilai anomali total dengan nilai anomali regional. Peta anomali Bouguer

lengkap, peta anomali regional, dan peta anomali residual selanjutnya difilter dengan menggunakan filter *elkins*, sehingga didapatkan nilai kontur anomali *Second Vertical Derivative* untuk mendapatkan informasi patahan dangkal daerah sekitar. Dari peta anomali Bouguer lengkap ditentukan lintasan permodelan 3 dimensi dengan metode *inverse modelling* tiga dimensi dengan menggunakan software *Grav3D* dengan *input* data anomali Bouguer (.grv), *mesh* (.txt), dan *topografi* (.dat) dengan *output* .den sehingga didapatkan *output* berupa model 3D daerah penelitian yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Hasil penelitian kemudian diinterpretasikan dengan membandingkannya dengan data geologi yang ada.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini antara lain:

1. Anomali Bouguer daerah penelitian mempunyai nilai 13 mGal hingga 33 mGal dengan interval 1 mGal. Nilai Anomali Bouguer tinggi memiliki rentang nilai 26 mGal hingga 33 mGal yang berada di sebelah barat daerah penelitian. Sedangkan nilai Anomali Bouguer rendah memiliki rentang nilai 13 mGal hingga 20 mGal yang berada di sebelah timur daerah penelitian.
2. Struktur patahan yang terdapat pada struktur bawah permukaan 3D relatif sama dengan struktur patahan yang terdapat pada anomali *Second Vertical Derivative* yang didapat dari anomali residual daerah penelitian. Dari hasil analisis SVD anomali Residual menunjukkan terdapat 4 (empat) patahan, yaitu 3 (tiga) yang berada arah timur, dan 1 (satu) di arah barat. Sedangkan dari SVD anomali Regional menunjukkan terdapat 3 (dua) patahan, yaitu 1 (satu) berada di arah barat, 1 (satu) timur laut, dan 1 (satu) di arah tenggara.
3. Berdasarkan pemodelan inversi 3D menunjukkan bahwa cekungan berada pada kedalaman 1500 m – 3300 m dengan nilai densitas berkisar antara 2.24 gram/cc sampai 2.32 gram/cc yang diidentifikasi merupakan cekungan batu pasir.

6.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kali ini adalah untuk melakukan pemodelan data gayabarat sebaiknya dilengkapi dengan data geologi atau data geofisika yang lainnya untuk melihat korelasi antar metode dan mengetahui struktur-struktur yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agus. 2007. "Ensiklopedia Seismik Online". Blog Online.
- Ariyanto, Yonas. 2011. Pemodelan Impedansi Akustik untuk Karakterisasi Reservoir Pada Daerah "X", Sumatera Selatan. FMIPA Universitas Indonesia.
- Bakosurtanal. 2002. *Peta Geologi bersistem, Indonesia*. Bakosurtanal. Cibinong.
- Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. The Hague Netherland.
- Bishop, M.G., 2000, *South Sumatra Basin Province, Indonesia : The Lahat/Talang Akar-Cenozoik Total Petroleum System*, USGS Open File Report, Denver.
- Blake.1989. The Geological Regional and Tectonic of South Sumatera Basins. Proceeding Indonesia Petroleum Association 11th Annual Convention.
- Blakely, R. 1995. *Potential theory in gravity and magnetic applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- De Coster, G.L. 1974. The Geology of The Central and South Sumatera Basins.Proceedings Indonesian Petroleum Association, 3rd Annual Convention.77-110.
- Elkins, T.A. 1951. *The Second Derivative Methode of Gravity Interpretation Geophysics*. Geological Survey Buletin 981.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc. England.
- Kadir, W.G.A. 2000. Eksplorasi gayaberat dan magnetik. Bandung: Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral. Institut Teknologi Bandung.
- Kearey, P., Brooks, M., dan Hill, I., 2002. *An Introduction to Geophysical exploration*. Blackwell Science.

- Logman, I.M. 1959. *Formulas for Computing the Tidal Accelerations due to The Moon and the Sun*. *Journal of Geophysical Research* 64: 2351-2355.
- Magoon, L.B., dan Dow, W.G., 1994, *The Petroleum System form Source to Trap*, AAPG Memoir 60: USA.
- Plouff, D. 1976. *Gravity and Magnetic Field of Polygonal prims and application to Magnetic Terrain Corrections*. Menlo Park, California
- Ramsay, J.G., and Huber, M. 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology: Folds and Fractures*. Academic Press.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons Inc., England.
- Susilawati. 2005. *Pemodelan Metode Gayaberat*. Departement Fisika FMIPA UI.
- Telford. W.M., Goldrat, L.P., dan Sheriff, R.P. 1990. *Applied Geophysics 2nd ed.* Cambridge University Pres. Cambridge.