

**IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN
CEKUNGAN AKIMEUGAH IRIAN JAYA DENGAN ANALISIS
SECOND VERTICAL DERIVATIVE DAN *EULER DECONVOLUTION*
DATA GAYABERAT
(Skripsi)**

Oleh
Ridho Reski Saputra



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF SUBSURFACE GEOLOGICAL STRUCTURE OF AKIMEUGAH IRIAN JAYA BASIN WITH SECOND VERTICAL DERIVATIVE ANALYSIS AND EULER DECONVOLUTION GRAVITY DATA

By

Ridho Reski Saputra

This research was conducted to identify the subsurface geological structure of the Akimeugah Irian Jaya basin. The gravity data analysis was carried out using spectrum analysis method and also Euler Deconvolution as a comparison for estimating the residual zone depth. Separation of regional and residual anomalies using moving averages filter. Analysis of fault zones using the Second Vertical Derivative method. For the 2,5 D Forward Modelling and subsurface 3D Inverse Modelling residual anomaly data is used. Based on spectrum analysis, the depth of residual anomalies 4 km and regional anomalies 39 km. Depth of residual anomalies are used for the depth limit between the residual zone and the basement in the 2,5 D Forward Modelling model. The window width obtained for Filter moving average is 37 x 37. Based on the analysis of the height pattern and the sub-basin on the residual anomaly map obtained 5 sub-basin patterns in the study area. Based on the analysis of fault zones using the Second Vertical Derivative method, several geological structures were obtained in the form of faults in the study area. The 2,5 D and 3D Modelling illustrates that in the study area there is a fault zone where its function as a hidrokarbon migration path of oil and gas. The results of 3D Inverse Modelling model show that there are sub-basin patterns where it has a large potential of deposited rock which can become a reservoir of hydrocarbons after migration.

Keywords: Euler Deconvolution, Gravity, Residual Anomaly, Spectrum Analysis, Second Vertical Derivative, Forward Modelling, Inverse Modelling.

ABSTRAK

IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN AKIMEUGAH IRIAN JAYA DENGAN ANALISIS *SECOND VERTICAL DERIVATIVE* DAN *EULER DECONVOLUTION* DATA GAYABERAT

Oleh

Ridho Reski Saputra

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan Cekungan Akimeugah Irian jaya. Analisis data gayaberat dilakukan dengan metode analisis spektrum dan juga *Euler Deconvolution* sebagai perbandingan untuk estimasi kedalaman zona residual. Pemisahan anomali regional dan residual menggunakan *filter moving average*. Analisis zona patahan menggunakan metode *Second Vertical Derivative*. Untuk pemodelan 2,5 D *Forward Modelling* dan pemodelan 3D *Inverse Modelling* bawah permukaan digunakan data anomali residual. Berdasarkan Analisis spektrum didapatkan kedalaman anomali residual 4 km dan anomali regional 39 km. Kedalaman anomali residual dipakai untuk batas kedalaman antara zona residual dengan *basement* pada pemodelan 2,5 D *Forward Modelling*. Lebar jendela yang didapat untuk penampisan *Filter moving average* 37 x 37. Berdasarkan analisis pola tinggian dan sub-cekungan pada peta anomali residual didapatkan 5 pola sub-cekungan yang ada pada daerah penelitian. Berdasarkan analisis zona patahan menggunakan metode *Second Vertical Derivative* didapatkan beberapa struktur geologi berupa sesar pada daerah penelitian. Pemodelan 2,5 D dan 3D yang dilakukan menggambarkan bahwa pada daerah penelitian terdapat zona patahan dimana patahan ini sendiri berfungsi sebagai jalur migrasi Hidrokarbon minyak dan gas. Hasil pemodelan 3D *Inverse Modelling* menunjukkan adanya pola sub-cekungan dimana sub-cekungan ini memiliki potensi besar terendapkannya batuan yang dapat menjadi resevoir dari hidrokarbon setelah migrasi.

Kata kunci: *Euler Deconvolution*, Gayaberat, Anomali residual, Analisis Spektrum, *Second Vertical Derivative*, *Forward Modelling*, *Inverse Modelling*.

**IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH
PERMUKAAN CEKUNGAN AKIMEUGAH IRIAN JAYA
DENGAN ANALISIS *SECOND VERTICAL DERIVATIVE* DAN
EULER DECONVOLUTION DATA GAYABERAT**

Oleh

Ridho Reski Saputra

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
2018**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI
BAWAH PERMUKAAN CEKUNGAN
AKIMEUGAH IRIAN JAYA DENGAN
ANALISIS *SECOND VERTICAL
DERIVATIVE* DAN *EULER
DECONVOLUTION* DATA GAYABERAT**

Nama Mahasiswa : **Ridho Reski Saputra**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415051062

Program Studi : Teknik Geofisika S-1

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik



Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.
NIP 19750911 200012 1 001

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

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

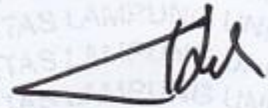
Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.
NIP 19750911 200012 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.



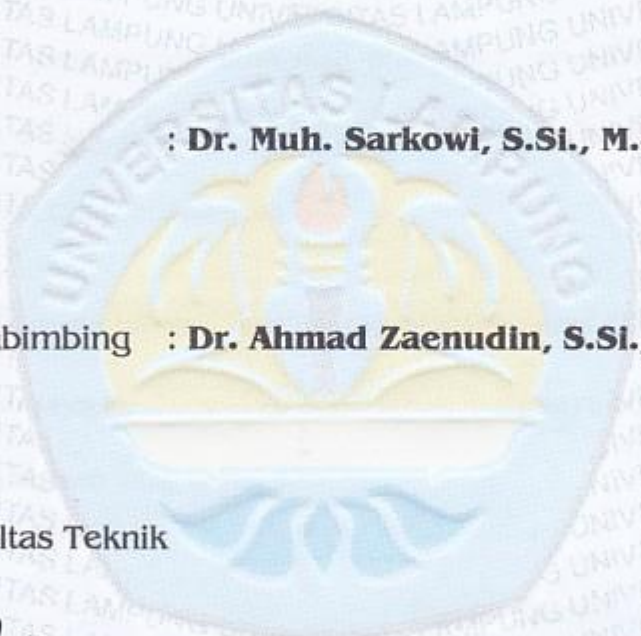
Sekretaris

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



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 September 2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa dalam skripsi merupakan hasil penelitian, pemikiran dan juga pemaparan asli dari saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain sebelumnya, terkecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana sumber yang saya cantumkan pada daftar pustaka penelitian saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari pernyataan saya ini dinyatakan tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 September

2018

Penulis,



Ridho Reski Saputra

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Ridho Reski Saputra dan dilahirkan di Kota Jambi pada tanggal 3 Desember 1995. anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Junaidi dan Ibu Zulyetti. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Al - Azhar pada tahun 2001. Dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Al – Azhar 1 Bandar Lampung.

pada tahun 2008. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 19 Bandar Lampung, yang selesai pada tahun 2011. Selanjutnya, pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Bandar Lampung hingga tahun 2014.

Tahun 2014 penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi Universitas Lampung dan diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pengalaman organisasi yang pernah digeluti oleh penulis antara lain, Pada tahun 2015 penulis menjadi anggota aktif Bidang Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa (HIMA) TG Bhuwana Universitas Lampung, selanjutnya menjadi anggota divisi *Fieldtrip* pada *Society of Exploration Geophysicist* (SEG) serta penulis juga diterima menjadi anggota divisi *Fieldtrip American association of Petroleum Geologist* (AAPG) SC Universitas Lampung. Pada tahun 2016 penulis

diangkat menjadi *Executive Committee* untuk divisi *Finance and Governance American association of Petroleum Geologist (AAPG) SC* Universitas Lampung. Pada tahun 2017 Penulis juga tercatat menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Perpetaan.

Penulis melakukan Kerja Praktek (KP) di Pusat Survei Geologi Badan Geologi, Bandung pada bulan September 2017 dengan mengambil tema “Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Waghte dan Timika Irian Jaya”.

Di tahun 2018 di bulan Januari-Februari, penulis melakukan Tugas Akhir (TA) untuk penulisan skripsi di Pusat Survei Geologi Badan Geologi, Bandung. Dan penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada tanggal 14 September 2018 dengan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Akimeugah Irian Jaya Dengan Analisis *Second Vertical Derivative* dan *Euler Deconvolution* Data GayaBerat”**.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmaanirrohiim

Dengan penuh rasa syukur,ku persembahkan karya sederhanaaku ini untuk:

Mama dan Papa Tercinta

Tujuan dari hidupku salah satunya adalah membahagiakan dan membuat bangga kedua orangtuaku, Panjang umur dan sehat selalu papa dan mama, aamiin.

Kakak dan Adikku Tersayang

Partner hidup dengan satu tujuan yang sama, yaitu membahagiakan kedua orangtua.

ORL FAMILY

Cerita-cerita dunia perkuliah ini akan jadi cerita kita untuk masa depan nanti.

Teknik Geofisika Universitas Lampung 2014

Keluarga Besar Teknik Geofisika UNILA

Almamater Tercinta Universitas Lampung

MOTTO

*“Tidak ada daya dan upaya selain pertolongan ALLAH
SWT”*

(HR. Bukhari no : 7386)

*Kurangi mengeluh perbanyak berusaha dan
jangan lupa berdoa*

(Penulis)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanawata'ala berkat rahmat dan kuasa- Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Akimeugah Irian Jaya Dengan Analisis *Second Vertical Derivative* Dan *Euler Deconvolution* Data Gayaberat**”. Skripsi ini merupakan hasil penelitian Tugas Akhir Penulis di Pusat Survei Geologi sekaligus bagian dari persyaratan meraih gelar S-1 Teknik Geofisika Universitas Lampung.

Harapan penulis dengan adanya penelitian ini semoga dapat menambah khazanah ilmu dibidang pengembangan perangkat lunak pengolahan data terutama dibidang keilmuan Geofisika, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Karenanya, kritik dan saran sangat dibutuhkan guna membangun agar kedepannya penulis dapat memberikan yang lebih baik lagi. Demikian kata pengantar ini, semoga penelitian dapat bermanfaat untuk masa kini dan mendatang.

Penulis

Ridho Reski Saputra

SANWACANA

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Dalam penyelesaian Skripsi ini banyak pihak yang terlibat dalam penyelesaian Skripsi ini dan memberikan kontribusi ilmiah, spiritual, dan informasi baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terbentuk Skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Nandi Herudin, S.Si., M.Si. selaku ketua jurusan dan juga pembimbing I yang selalu memberi dukungan dan juga arahan dan membantu penulis selama mengerjakan Skripsi.
2. Bapak Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. selaku sekertaris jurusan dan juga tempat berdiskusi selama mengerjakan Skripsi.
3. Bapak Rustadi, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik selama penulis menempuh pendidikan di jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu membantu penulis selama mengerjakan Skripsi.
5. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Penguji yang selalu memberi masukan dan juga motivasi dalam memperbaiki Skripsi.

6. Bapak Accep Handyarso, S.T., M.T. selaku pembimbing lapangan di Pusat Survei Geologi, Badan Geologi Kementerian ESDM.
7. Mama dan Papa, yang tak henti-hentinya mendidik, memberikan dukungan dalam segala hal serta doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan program sarjana.
8. Kakak dan Adik tersayang yang selalu memberi motivasi dan semangat dalam segala hal.
9. Tante Desi, Tante Widya, Om Arief dan Om Ramdan yang selalu memberikan semangat dan mendukung penulis dalam segala hal.
10. Yuwandita Tamara yang selalu menemani dan menyemangati mengerjakan Skripsi ini sampai selesai.
11. Teman seperjuangan Tugas Akhir di Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM, Dicky dan Romi yang selalu membantu dan memberi solusi dalam segala hal.
12. Agra dan Niko keluarga ORL yang selalu menemani perjuangan selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan Skripsi serta memberi semangat dan juga motivasi.
13. Teman-teman Teknik Geofisika 2014 Aulia, Agra, Arief, Andi, Alfa, Alfian, Asrin, Azri, Aziz, Agung Ari, Amir, Agnes, Budi, Cinthia, Darta, Dicky, Dimas, Desta, Delvia, Diana Malinda, Evi, Erwin, Fhera, Fitria, Faqih, Fajar, Farizi, Filza, Ghiat, Galang, Gaffar, Ghiat, Helbart, Ikhwan, Isti, Indah, Ipeh, Ida, Ilham, Indra, Iqbal, Jefri, Martin, Malik, Morales, Nabila, Nana, Niko, Norman, Nupit, Pungky, Rinaldi, Rhaka, Romi, Rizky Widiarto, Rita, Sri Rizky, Sofyan, Ummi Diana, Viska, Winona, Yudha

yang selama ini mendukung dan menjadi tempat berbagi suka dan duka pada masa perkuliahan.

14. Sahabatku Jubels Andrian, Adi, Indri, Oci, Dewi, Dhea, Ica, Niko, Novrizal, dan Topik. Yang selalu menyemangati dan memberi dukungan.
15. Sahabatku Fast Respon, Dendy, Thampan, Tio, Dian, Intan, Intan Putri, Nadya Afni, Chika dan Alfizin.
16. Niko, Agra, Nabila, Inno, Aulia, Indah teman seperjuangan di kampus.
17. Kak Azhary, Kak Yasrifa dan Kak Udin yang membantu sejak Kerja Praktik hingga Tugas Akhir.
18. Kak Sinku, Kak Eki, Kak Esha, Kak Hilman, Kak Subari, Kak Irwan, Kak Kevin, Kak Ghifari, Kak Agung yang mendukung dan memberi motivasi.
19. Kakak serta adik tingkat keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung.
20. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan mendatang. Penulis juga berharap Skripsi ini dapat membawa manfaat positif bagi kita semua.

Bandar Lampung, 14 September 2017

Penulis,

Ridho Reski Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
KATA PENGANTAR	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Letak Daerah Peneltian	5
B. Geologi Regional.....	7

III. TEORI DASAR	
A. Konsep Dasar Metode Gayaberat.....	14
1. Gayaberat (Hukum Newton I)	14
2. Percepatan Gayaberat (Hukum Newton II).....	15
3. Potensial Gayaberat distribusi masa	16
B. Metode dan Koreksi-Koreksi dalam Metode Gayaberat	18
C. Analisa spektrum	21
D. <i>Filter Moving Average</i>	24
E. <i>Second Vertical Derivative</i>	26
F. <i>Euler Deconvolution</i>	28
G. <i>Forward Modelling</i>	28
H. <i>Inverse Modelling</i>	29
IV. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
B. Alat dan Bahan.....	31
C. Diagram Alir Proses Data	32
D. Tahapan Pengolahan Data	33
E. Jadwal Penelitian.....	37
V. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	
A. Anomali Bougeur	39
B. Pemisahan Anomali regional dan residual dengan Analisa Spektrum dan <i>Euler Deconvolution</i>	41
1. Analisa Spektrum	41
1.1 Penampisan <i>Filter Moving Average</i>	57
1.2 Anomali Regional	57
1.3 Anomali Residual.....	58
2. Euler Deconvolution	59
C. Interpretasi Kualitatif.....	67
1. Pola Tinggian dan Batas Sub-cekungan.....	67
2. Analisis <i>Second Vertical Derivative</i>	70
D. Interpretasi Kuantitatif	72
1. Pemodelan kedepan (<i>Forward Modelling</i>)	73
1.1 Pemodelan 2.5 D Lintasan (A – A')	76
1.2 Pemodelan 2.5 D Lintasan (B – B').....	82
1.3 Pemodelan 2.5 D Lintasan (C – C').....	89
2. Pemodelan 3D <i>Inverse Modelling</i>	96
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Daerah Penelitian	5
Gambar 2. Peta Cekungan Sedimen Indonesia.....	6
Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian	8
Gambar 4. Peta Stratigrafi Daerah Penelitian.....	12
Gambar 5. Interaksi Gayaberat Dua Buah Benda Pada Jarak r	15
Gambar 6. Potensial Massa Tiga Dimensi (Telford, 1990).....	17
Gambar 7. Kurva Ln A terhadap k (Blakely, 1996)	24
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 9. Peta Kontur Anomali Bouguer	40
Gambar 10. Sayatan Peta Kontur Anomali Bouguer.....	41
Gambar 11. Grafik Ln A vs k (Lintasan 1)	42
Gambar 12. Grafik Ln A vs k (Lintasan 2).....	43
Gambar 13. Grafik Ln A vs k (Lintasan 3).....	45
Gambar 14. Grafik Ln A vs k (Lintasan 4).....	46
Gambar 15. Grafik Ln A vs k (Lintasan 5).....	47
Gambar 16. Grafik Ln A vs k (Lintasan 6)	49
Gambar 17. Grafik Ln A vs k (Lintasan 7)	50
Gambar 18. Grafik Ln A vs k (Lintasan 8)	51

Gambar 19. Grafik Ln A vs k (Lintasan 9)	53
Gambar 20. Grafik Ln A vs k (Lintasan 10)	54
Gambar 21. Peta Anomali Regional	58
Gambar 22. Peta Anomali Residual	59
Gambar 23. Peta Distribusi Kedalaman dengan Metode <i>Euler Deconvolution</i>	61
Gambar 24. Perbandingan Kedalaman Residual dengan Metode <i>Euler Deconvolution</i> dan Analisis spektrum Lintasan 3	62
Gambar 25. Perbandingan Kedalaman Residual dengan Metode <i>Euler Deconvolution</i> dan Analisis spektrum Lintasan 4.....	63
Gambar 26. Perbandingan residual kedalaman dengan Metode <i>Euler Deconvolution</i> dan Analisis spektrum Lintasan 7	64
Gambar 27. Pola Tinggian dan Batas Sub-cekungan	69
Gambar 28. Kontur SVD Pada Peta Anomali Residual	71
Gambar 29. Analisis Patahan berdasarkan analisi SVD	72
Gambar 30. Overlay Lintasan Pemodelan 2,5 D pada Peta Geologi	74
Gambar 31. Lintasan Pemodelan 2,5 D pada Peta Anomali residual	75
Gambar 32. Analisis <i>Second Vertical Derivative</i> Lintasan A - A'	77
Gambar 33. Model 2,5 D Bawah Permukaan Lintasan A - A	78
Gambar 34. Analisis <i>Second Vertical Derivative</i> Lintasan B - B'	84
Gambar 35. Model 2,5 D Bawah Permukaan Lintasan B - B'	85
Gambar 36. Analisis <i>Second Vertical Derivative</i> Lintasan C - C'	90
Gambar 37. Model 2,5 D Bawah Permukaan Lintasan C - C'	91
Gambar 38. Model Geologi Petroleum Sistem pada Lintasan A - A'	95
Gambar 39. Model Geologi Petroleum Sistem pada Lintasan B - B'	96
Gambar 40. Model Geologi Petroleum Sistem pada Lintasan B - B'	96

Gambar 41. Solid Model Inversi 3D Anomali Residual	97
Gambar 42. Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan A - A'	99
Gambar 43. Pemodelan kedepan 2,5 D dan Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan A - A'	100
Gambar 44. Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan B - B'	101
Gambar 45. Pemodelan kedepan 2,5 D dan Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan B - B'	102
Gambar 46. Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan C - C'	103
Gambar 47. Pemodelan kedepan 2,5 D dan Model Inversi 3D Bawah Permukaan Lintasan C - C'	104

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1. Operator Elkins Filter SVD	27
Tabel 2. Nilai Indeks Struktur Untuk Data Gayaberat (Reid,1990)	28
Tabel 3. Jadwal Kegiatan Penelitian	37
Tabel 4. Kedalaman Anomali pada Lintasan 1-10	55
Tabel 5. Bilangan Gelombang (Kc) dan Lebar Jendela (N)	56

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Irian adalah salah satu pulau terbesar di Indonesia yang memiliki ciri khas tersendiri. Mulai dari kenampakan yang ada di pulau tersebut sehingga menghasilkan potensi-potensi daerah yang sangat beragam. Konfigurasi Tektonik Pulau Papua pada saat ini berada pada bagian tepi utara Lempeng Australia, yang berkembang akibat adanya pertemuan antara Lempeng Australia yang bergerak ke utara dengan Lempeng Pasifik yang bergerak ke barat. Dua lempeng utama ini mempunyai sejarah evolusi yang diidentifikasi yang berkaitan erat dengan perkembangan sari proses magmatik dan pembentukan busur gunung api yang berasosiasi dengan mineralisasi emas porfir dan emas epithermal dan akibat dari pertemuan kedua lempeng ini menyebabkan struktur-struktur geologi berupa sesar, lipatan dan juga rekahan.

Irian Jaya memiliki beberapa cekungan-cekungan sedimen yang memiliki potensi hidrokarbon salah satunya adalah Cekungan Akimeugah yang terletak paling Timur - Selatan Provinsi Papua. Dimana Cekungan Akimeugah ini berasosiasi dengan Cekungan di Papua Nugini yang sudah menghasilkan minyak dan gas bumi, serta berasosiasi dengan cekungan -

cekungan di Australia yang sudah memproduksi hidrokarbon, seperti Cekungan Carnavon, Cekungan Bonaparte, dan Cekungan Canning. Cekungan Akimeugah merupakan cekungan yang berkembang sejak Paleozoikum hingga Tersier. Di cekungan ini dijumpai beberapa formasi yang berfungsi sebagai batuan induk hidrokarbon, yaitu Formasi Aiduna, Tipuma, Woniwogi, Piniya dan Formasi Buru. Adapun batuan yang berpotensi sebagai batuan waduk terdiri atas batupasir pada Formasi Kopai, Winiwogi, Ekmai dan Batugamping Yawee, sedangkan batuan yang berfungsi sebagai batuan tudung dijumpai pada satuan-satuan berbutir halus, seperti batulumpur pada Formasi Kopai, Formasi Piniya dan juga Formasi Buru. Di samping keberadaan batuan induk, batuan waduk, dan batuan tudung, di daerah Papua juga dijumpai struktur antiklin dan ramp antiklin (Panggabean dan Hakim, 1986).

Dalam survei geofisika untuk mengeksplorasi sumber daya alam dan keteknikan terdapat beberapa metode yang digunakan. Salah satunya adalah metode gayaberat. Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika yang didasarkan pada variasi medan gravitasi akibat variasi rapat massa batuan di bawah permukaan (Sarkowi, 2008). Terdapat banyak analisis data gayaberat untuk memberikan gambaran bawah permukaan. Salah satunya adalah analisis *Second Vertical Derivative* untuk menganalisis keberadaan struktur patahan dan analisis *Euler deconvoluiton* untuk mengestimasi kedalaman benda sumber anomali. *Second Vertical Derivative* digunakan untuk memunculkan sumber-sumber anomali yang bersifat dangkal/lokal. Metode ini digunakan untuk mengetahui diskontinuitas dari suatu struktur

bawah permukaan, khususnya adanya patahan pada suatu daerah penelitian. Dalam mengestimasi kedalaman sumber benda anomali dalam perhitungan *Euler Deconvolution* menggunakan 3 *Gradient Orthogonal* dari tiap nilai potensial sebagaimana nilai potensial itu sendiri untuk menentukan kedalaman dan lokasi sumber benda yang menyebabkan anomali Gayaberat (Salem, 2005).

B. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan zona patahan menggunakan metode *Second Vertical Derivative*.
2. Menentukan estimasi kedalaman zona residual data Gayaberat dengan metode *Euler Deconvolution*.
3. Mendapatkan batas Sub-cekungan yang berada di Daerah Penelitian.
4. Memodelkan struktur bawah permukaan berdasarkan pemodelan 2,5D dan 3D Anomali Gayaberat.

C. Batasan Masalah

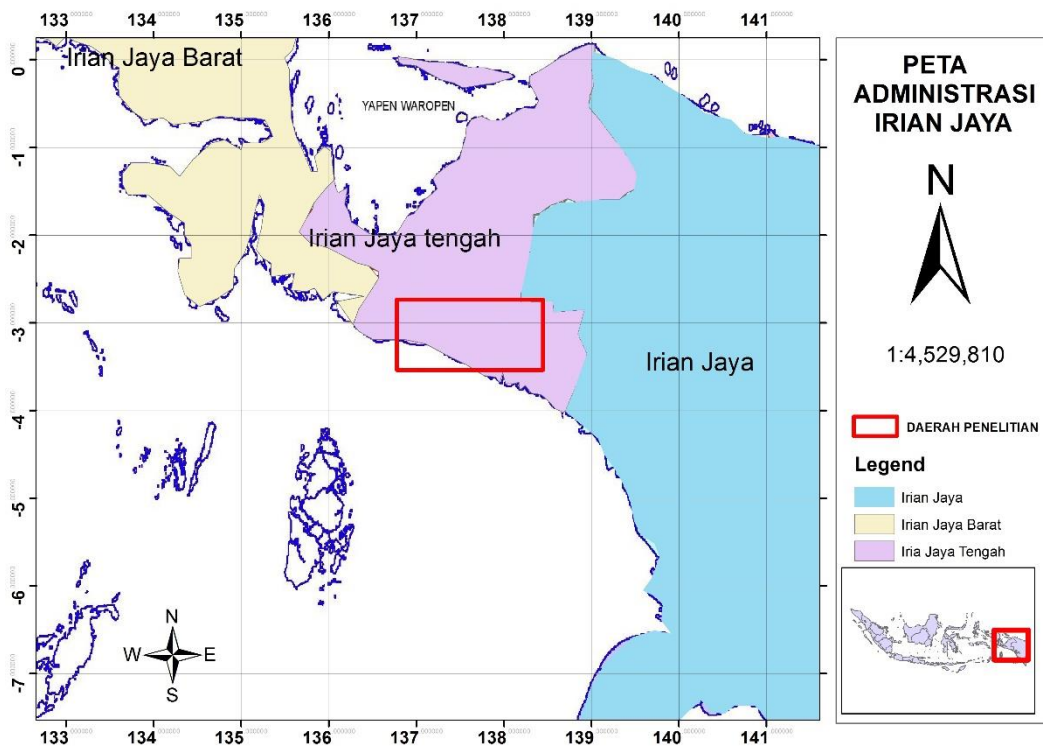
Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data Gayaberat yang didapat dari hasil digitasi ulang peta Anomali Bouguer Lengkap beberapa daerah yang berada di Cekungan Akimeugah yaitu daerah Timika, Waghete, Yabero, Birufu dan Wamena dan di proses hingga penentuan kedalaman dengan teknik *Euler Deconvolution*, analisis struktur patahan dengan

Second Vertical Derivative dan melakukan pemodelan *forward* serta inversi struktur bawah permukaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

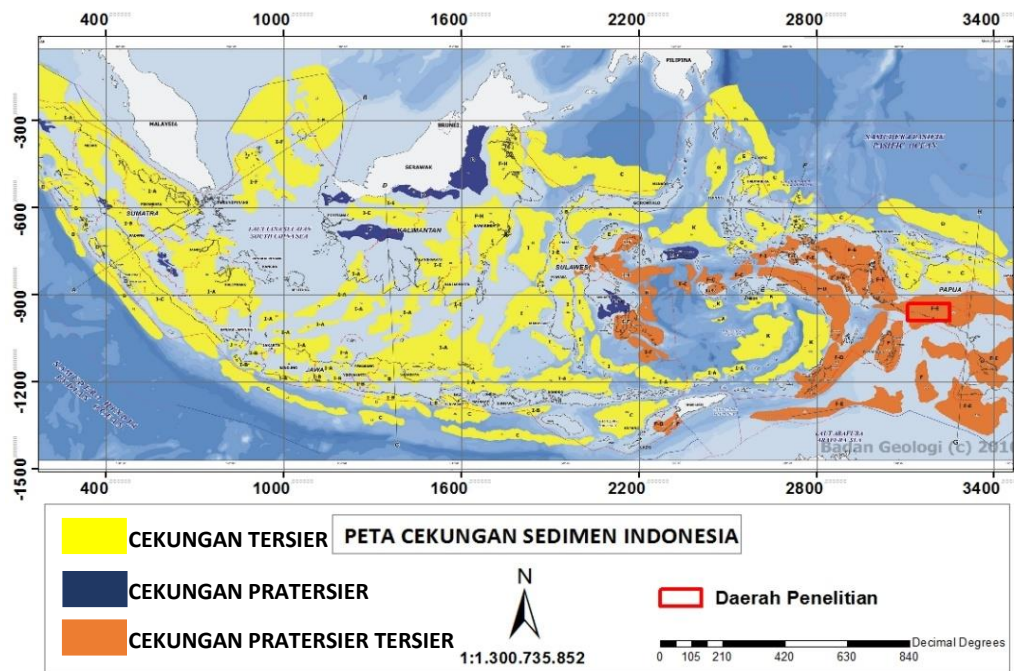
A. Letak Daerah Penelitian

Daerah penelitian secara administratif terletak di Irian Jaya Tengah yaitu pada Cekungan Akimeugah Irian Jaya.



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

Cekungan Akimeugah sendiri merupakan Cekungan sedimen yang berumur Pratersier-Tersier yang dapat dilihat pada gambar (**Gambar 2**). Peta cekungan Indonesia.



Gambar 2. Peta Cekungan Sedimen Indonesia

Pada (**Gambar 2**). Peta Cekungan Sedimen Indonesia dapat dilihat yang berwarna kuning merupakan Cekungan sedimen berumur Tersier yang berwarna biru merupakan Cekungan sedimen berumur Pratersier dan pada daerah penelitian terdapat pada Cekungan yang berumur Pratersier-Tersier yaitu pada Cekungan Akimeugah.

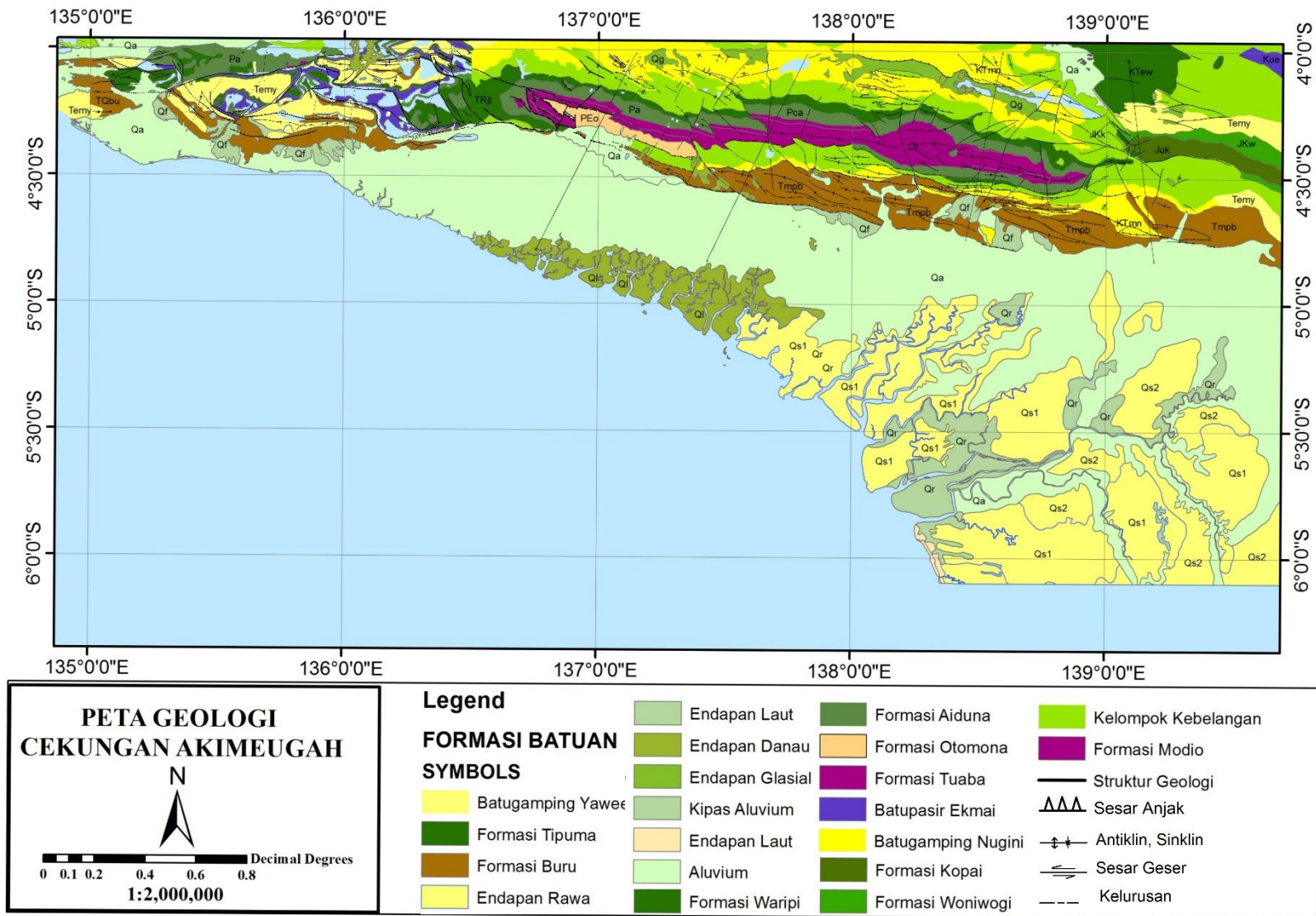
Cekungan Akimeugah terbentuk akibat benturan kedua yang terjadi sekitar 25 Ma (Oligosen akhir) ketika sebuah busur kepulauan samudra yang terbangun ditepi selatan Lempeng Laut Filipina berbenturan dengan tepi utara Benua Australia yang berada ditengah Papua sekarang. Cekungan Akimeugah yang berada di selatan zona benturan yaitu tepatnya pada pegunungan tengah Papua, terbentuk akibat runtuhannya untuk mengkompensasi tingginya akibat benturan. Cekungan Akimeugah merupakan cekungan berasosiasi dengan Cekungan Papua Nugini yang sudah

menghasilkan minyak dan gas bumi, serta berasosiasi pula dengan Cekungan - cekungan yang berada di Australia yang sudah memproduksi hidrokarbon. Contohnya seperti cekungan Carnavon, Cekungan Bonaparte, dan Cekungan Canning. Cekungan Akimeugah diklasifikasikan sebagai cekungan *foreland* yang telah mengalami rifting. Cekungan Akimeugah merupakan cekungan yang berkembang sejak Paleozoikum hingga Tersier.

Pada Cekungan Akimeugah terdapat beberapa formasi yang berpotensi sebagai batuan induk (*source rock*) adalah Formasi Aiduna dan Formasi Tipuma. Adapun Formasi batuan yang berpotensi sebagai batuan waduk yang memiliki litologi batupasir adalah Formasi Woniwogi, Formasi Ekmai dan juga litologi batugamping. Pada Formasi Waripi dan Batugamping Yawee dan Formasi batuan yang dapat dijadikan sebagai batuan tudung (*Cap rock*) adalah formasi batuan yang impermeable seperti batulumpur yaitu pada Formasi Kopai, Formasi Piniya dan Formasi Buru.

B. Geologi Regional Daerah Penelitian

Pada Lokasi daerah penelitian terdapat beberapa jenis batuan dan juga struktur geologi berupa patahan yang dapat dilihat pada (**Gambar 2**) . Peta geologi daerah penelitian.



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian (Rusmana, dkk 1995, Heryanto dan Margono, 1995, Panggabean dan Piagram, 1989 dan Sukanta dkk, 1995)

1. Formasi Batuan

Berikut merupakan beberapa Formasi Batuan yang terdapat pada daerah penelitian :

a. Formasi Nerewip

Formasi Nerewip, Satuan batuan ini terdiri atas lava basal berstruktur bantal dan basal, sekis hijau dan batuan sedimen laut seperti batugamping, batulanau dan serpih yang dianggap merupakan batuan basement pada daerah penelitian. Di antara aliran lava basal ini diendapkan batuan sedimen, seperti batulanau dan serpih secara bersamaan atau umur yang sama yang telah mengalami pemalihan derajat rendah menjadi batusabak dan sebagian berstruktur menyekis. Dengan umur sekitar 846 juta tahun (Prakambrium Akhir), Ketebalan Formasi Nerewip mencapai 600 m, dan berdasarkan keberadaan lava bantal dan aliran basal yang berselingan dengan batulanau, batugamping dan serpih maka diduga sebagai satuan yang terendapkan dilaut dangkal, dekat pantai.

b. Formasi Otomona

Formasi Otomona, litologi bagian bawah Formasi Otomona disusun oleh batusabak, batusabak filitan dan batulanau. Sementara bagian atasnya berupa batupasir malih berbutir halus bersisipan dengan batulanau dan sedikit batugamping-malih. Di wilayah penelitian runtunan formasi batuan ini tidak tersingkap secara utuh, hanya berupa runtunan batusabak, perselingan batupasir, batulanau termalihkan dan kalsiulit berlapis baik (*well bedded*), dengan umur batuan Proterozoikum Akhir (667 juta tahun) sebagai umur minimum. Ketebalan formasi ini tidak kurang dari 3000 m.

c. Formasi Tuaba

Terdiri dari batupasir kuarsa dan konglomerat pada bagian bawah dan batulanau dan batulumpur pada bagian atas.

d. Formasi Modio

Terdiri dari batudolo dengan lapisan rijang, batugamping krinoid, batulumpur, batulanau dan batu gamping yang mengandung krinoid. Umur satuan ini adalah Devon sampai Silur terendapkan dalam lingkungan pasang-surut sampai lautan dangkal.

e. Formasi Aiduna

Terdiri dari batupasir litik, mikaan, felsparan, berselingan dengan serpih karbonan, batulanau, biokalkerit dan konglomerat aneka bahan dan juga lapisan batubara. Satuan ini terendapkan dalam lingkungan delta sampai laut dangkal yang menunjukkan umur Perem.

f. Formasi Tipuma

Dengan litologi batulumpur, batupasir dan konglomerat dengan umur berkisar dari Trias Awal sampai Jura Tengah dengan ketebalan mencapai 2000 m atau lebih.

g. Formasi Kopai

Formasi Kopai memiliki litologi batupasir kuarsa glokonitan, batulanau, batulumpur gampingan, sedikit konglomerat, kalkarenit, kalsilitit dan batupasir klonitan.

h. Formasi Woniwogi

Dengan litologi sedikit batu lanau dan juga batulumpur.

i. Formasi batulumpur piniya

Dengan litologi batulumpur mikaan, batulumpur glokonitan, batupasir kuarsa dan batulanau glokonitan lumpuran.

j. Formasi Ekmai

Dengan litologi batupasir kuarsa glokonitan, batulanau kuarsa, sedikit batulanau karbonan, batupasir, batulumpur dan serpih.

k. Kelompok Kembelangan

Dengan litologi batupasir tak terpisahkan Ekmai, batulumpur Piniya, batupasir Woniwogi. Dengan umur Jura sampai Kapur Akhir.

l. Batugamping Yawee

Dengan litologi kalkarenit, biokalkarenit, mikrit, biomikrit, kalsirudit, sedikit batukapur dan kalkarenit diolit.

m. Batugamping Nugini

Dengan litologi Kalkarenit, biokalkarenit, kalsilutit, kalkarenit pasiran, dolomit pasiran, batupasir, batulanau dan napal. Dengan ketebalan 1600 m dan berumur Kapur Akhir sampai Miosen.

n. Formasi Buru

Dengan litologi batulumpur gampingan, serpih pasiran, batugamping, konglomerat, aneka bahan dan batulanau.

2. Struktur Geologi

Pada daerah penelitian terdapat beberapa struktur geologi berupa patahan, lipatan dan juga antiklin yang terbentuk sebelum dan bersamaan dengan tumbukan. Struktur sebelum tumbukan berupa sesar normal (Sesar bongkah)

dan struktur yang terjadi bersamaan dengan tumbukan terjadi pada kala Miosen yang menghasilkan sesar naik (anjak) yang diakibatkan dari adanya tumbukkan antara Kerak benua dan Kraton Australia yang menyebabkan terjadinya tekanan dan menghasilkan struktur berupa sesar naik dan juga terdapat beberapa Antiklin dan lipatan pada daerah Waghete (Rusmana dkk, 1995).

3. Stratigrafi Lokal

Umur		Fanglomerat /Aluvium	
Kwartir		Buru	
Tersier	Miosen	Akhir	
		Tengah	
		Awal	
	Oligosen	Akhir	
		Tengah	
		Awal	
	Eosen	Akhir	
		Tengah	
		Awal	
	Paleosen		Batugamping Nugini
Mesozoikum	Kapur	Akhir	
		Awal	
	Jura	Akhir	
		Awal	
	Trias		Tipuma
Paleozoikum	Perem		Aiduna
	Karbon		
	Devon		Modio
	Silur		
	Ordovisium		Tuaba
	Kambrium		Otomona
	Prakambrium		Nerewip

Gambar 4. Stratigrafi Daerah Penelitian (Kusnama, 1998).

Pada daerah penelitian urutan Formasi batuan dari yang paling tua ke yang paling muda adalah Formasi Nerewip, Formasi Otomona, Formasi Tuaba, Formasi Modio, Formasi Aiduna, Formasi Tipuma, Kelompok Kembelangan, Kelompok Batugamping nugini dan Formasi Buru. Yang terlihat pada **Gambar 3** diatas. Berdasarkan pola stratigrafi pada daerah penelitian batuan termuda terdapat pada Formasi Buru yang memiliki litologi berupa batu batulumpur gampingan, serpih pasiran, batugamping yang merupakan batuan aluvial yang terbentuk akibat terjadinya pengikisan akibat erosi pada daerah penelitian dengan umur berkisar dari Miosen sampai Pliosen dan batuan tertua terdapat pada Formasi Nerewip dengan litologi berupa batuan basalt dan juga aliran lava yang merupakan basement pada daerah penelitian yang memiliki umur berkisar Prakambrium sampai Kambrium.

III. TEORI DASAR

A. Konsep Dasar Metode Gayaberat

Metode gayaberat adalah salah metode geofisika yang didasarkan pada pengukuran medan gravitasi bumi. Pengukuran gayaberat biasanya dilakukan dipermukaan bumi, di kapal dan juga di udara. Dalam metode gayaberat yang dipelajari adalah variasi medan gravitasi akibat perbedaan rapat massa batuan bawah permukaan (densitas) yang diselidiki dalam metode gayaberat adalah perbedaan medan gravitasi dari suatu titik observasi dengan titik observasi lainnya (Kearey, 2002).

1. Gayaberat (Hukum Newton I)

Teori yang mendukung Ilmu Gayaberat adalah hukum Newton I yang menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua partikel bergantung dari jarak dan massa masing-masing partikel tersebut, yang dinyatakan sebagai berikut

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

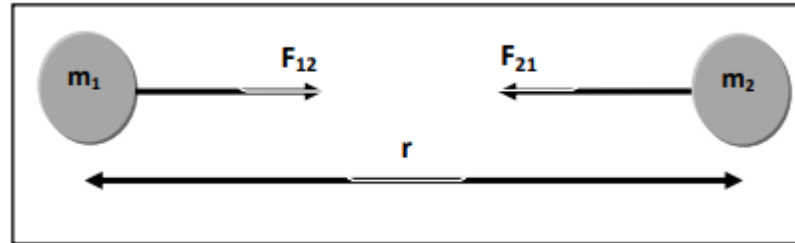
Dimana :

$F(r)$: gayaberat (N)

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

r : jarak antara dua buah benda (m)

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



Gambar 5. Interaksi Gayaberat Dua Buah Benda Pada Jarak r

2. Percepatan Gayaberat (Hukum Newton II)

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

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

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

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

Bila ditetapkan pada percepatan gaya tarik bumi persamaan di atas menjadi

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

Dimana :

g : percepatan gaya tarik bumi

M : massa bumi

m : massa benda

F : gayaberat

r : jari-Jari bumi

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

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

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

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

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

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

$$1 \text{ mGall} = 10 \text{ g.u.} = 10^{-5} \text{ m/s}^2 \quad (7)$$

3. Potensial gayaberat distribusi massa

Potensial gravitasi distribusi massa Potensial gravitasi adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan suatu massa dari suatu titik ke titik tertentu. Suatu benda dengan massa tertentu dalam sistem ruang akan menimbulkan medan potensial di sekitarnya. Dimana medan potensial bersifat konservatif, artinya usaha yang dilakukan dalam suatu medan gravitasi tidak tergantung pada lintasan yang ditempuhnya tetapi hanya tergantung pada posisi awal dan akhir (Rosid, 2005). Medan potensial dapat dinyatakan sebagai gradien atau potensial skalar (Blakely, 1996), melalui persamaan:

$$g = -\nabla U(r) \quad (8)$$

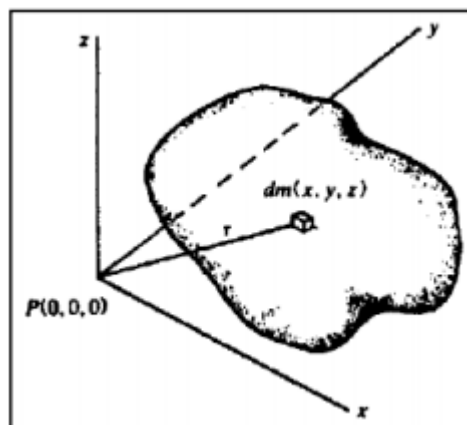
U merupakan fungsi pada persamaan yang disebut dengan potensial gayaberat, dan percepatan gayaberat g adalah medan potensial pada persamaan tersebut. Nilai minus merupakan tanda bahwa arah gayaberat menuju pada titik yang dituju.

Dengan asumsi bumi dengan massa M yang mempunyai sifat homogen dan berebentuk bola dengan jari-jari R , potensial gayaberat di permukaan dapat dituliskan secara matematis dengan persamaan sebagai berikut :

$$\nabla U(r) = -\frac{F(r)}{m} = -g(r) \quad (9)$$

$$U(r) = \int_{\infty}^r (\nabla U) \cdot dr = -\int_{\infty}^r g \cdot dr \quad (10)$$

$$U(r) = -Gm \int_{\infty}^r \frac{dr}{r^2} = G \frac{m}{r} \quad (11)$$



Gambar 6. Potensial Massa Tiga Dimensi (Telford, 1990)

Dari persamaan (11), potensial yang disebabkan oleh elemen massa dm pada titik (x,y,z) dengan jarak r dari $P(0, 0, 0)$ adalah :

$$dU = G \frac{dm}{r} = G\rho \frac{dxdydz}{r} \quad (12)$$

dimana $\rho(x,y,z)$ adalah nilai densitas dan $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$

sedangkan nilai potensial total dari massa dituliskan dengan persamaan :

$$U = G \int_x \int_y \int_z \frac{\rho}{r} dxdydz \quad (13)$$

karena g merupakan percepatan gayaberat pada sumbu z (arah vertikal) dengan asumsi ρ konstan, jadi :

$$g = -\left(\frac{\partial U}{\partial z}\right) = G\rho \int_x \int_y \int_z \frac{z}{r^3} dxdydz \quad (14)$$

B. Metode Gaya Berat Dan Koreksi – koreksi pada Gaya Berat

Anomali Gayaberat adalah selisih antara nilai hasil pengamatan Gayaberat dengan nilai Gayaberat teoritis. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mathbf{g}_{anomali} = \mathbf{g}_{obs} - \mathbf{g}_{teori} \quad (15)$$

Keduanya baik g_{obs} maupun g_{teori} harus dikoreksi terlebih dahulu. Nilai hasil pengamatan gayaberat (g_{obs}) adalah nilai Gayaberat pembacaan (g_{baca}) yang dikoreksi dengan koreksi pasang-surut (*Tide Correction*) dan koreksi apungan (*Drift Correction*). Kemudian nilai Gayaberat teoritis (g_{teori}) adalah

nilai Gayaberat normal (g_n) yang dikoreksi dengan koreksi udara bebas (*Free Air Correction*), koreksi *Bouguer* (*Bouguer Correction*) dan koreksi medan (*Terrain Correction*) seperti dituliskan dalam persamaan 12 (Lilie, 1999).

$$g_n = g_e \frac{1 + 0.00193185138639 \sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - 0.00669437999013 \sin^2 \varphi}} \quad (16)$$

$$FAC = 0.3087 \times h \text{ mGal} \quad (17)$$

$$BC = 0.04193 \times \rho \times h \text{ mGal} \quad (18)$$

$$g_{\text{anomali}} = g_{\text{obs}} - (g_n - FAC + BC - TERR) \quad (19)$$

dimana :

g_n : nilai gayaberat normal pada *World Geodetic System* 1984 (Blakely, 1995)

g_e : nilai gayaberat di ekuator (978 032.67714 mGal)

g_{obs} : nilai gayaberat hasil pengamatan

g_{baca} : nilai gayaberat hasil pembacaan dalam mGal

φ : posisi lintang (*Latitude*) dari titik pengukuran

FAC : koreksi udara bebas (*Free Air Correction*) dalam mGal

h : ketinggian titik pengamatan dari muka air laut (MSL)

BC : koreksi bouguer (*Bouguer Correction*) dalam mGal

$TERR$: Koreksi medan (*Terrain Correction*)

ρ : densitas dari *Bouguer Slab*

G : konstanta gayaberat

Nilai gayaberat hasil pengamatan adalah nilai hasil pembacaan yang dikoreksi dengan menggunakan koreksi pasang surut dan koreksi apungan sebagai berikut,

$$g_{obs} = g_{baca} + tide - drift \quad (20)$$

Dengan demikian anomali gayaberat diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan 13 ke dalam persamaan 12 sehingga akan dihasilkan persamaan 14 berikut (Grandis, 2015).

$$g_{anomali} = (g_{baca} + tide - drift) - (g_n - FAC + BC - TERR) \quad (21)$$

Penulisan persamaan 12 atau persamaan 14 memiliki arti bahwa gayaberat normal (g_n) yang berada pada datum muka air laut atau MSL (Telford drr, 2004) “dipindahkan” ke lokasi titik pengukuran yang sebenarnya di permukaan topografi dengan melakukan beberapa koreksi seperti koreksi *Free air correction*, *Bouguer correction* dan *Terrain correction* agar dapat dibandingkan dengan nilai gayaberat hasil pengamatan yang berada pada ketinggian topografi (h) dari muka air laut. Persamaan gayaberat juga dapat dituliskan sebagai persamaan Wellenhof & Moritz (2005), yaitu :

$$g_{anomali} = (g_{obs} + FAC - BC + TERR) - g_n \quad (22)$$

$$g_{anomali} = (g_{baca} + tide - drift + FAC - BC + TERR) - g_n \quad (23)$$

Persamaan 15 atau persamaan 16 menyatakan bahwa nilai gayaberat hasil pengamatan pada titik pengukuran sebenarnya yang berada di atas permukaan

topografi “dipindahkan” ke datum muka air laut atau MSL melalui beberapa koreksi. Dengan demikian nilai gayaberat hasil pengamatan akan dapat dibandingkan dengan nilai gayaberat normal (g_n) yang memang berada pada MSL.

Persamaan 12 atau persamaan 14 secara numeris sama dengan persamaan 15 atau persamaan 16. Dengan kata lain persamaan-persamaan tersebut akan memberikan hasil perhitungan nilai anomali Bouguer yang sama. Persamaan yang akan digunakan di dalam perhitungan sangat bergantung pada pilihan pembaca (Handyarso dan Padmawidjaja, 2017).

C. Analisis Spektral

Analisis spektral dilakukan untuk untuk mengestimasi lebar jendela serta estimasi kedalaman anomali gayaberat. Analisis spektral dilakukan dengan cara mentransformasi Fourier lintasan yang telah ditentukan pada peta kontur Anomali Bouguer Lengkap. Secara umum, suatu transformasi Fourier adalah menyusun kembali/mengurai suatu gelombang sembarang ke dalam gelombang sinus dengan frekuensi bervariasi dimana hasil penjumlahan gelombang-gelombang sinus tersebut adalah bentuk gelombang aslinya (Kadir, 2000).

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

persamaan berikut :

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (24)$$

Dimana $j = \sqrt{-1}$

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

$$F(U) = \gamma \mu F\left(\frac{1}{r}\right) \quad \text{dan} \quad F\left(\frac{1}{r}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0-z_1)}}{|k|} \quad (25)$$

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

U = Potensial gayaberat μ = anomali rapat masa

γ = konstanta gayaberat r = jarak

Percepatan gravitasi dihubungkan pada potensial gravitasi oleh persamaan $g = \nabla U$. Gerak vertikal gravitasi yang disebabkan oleh suatu titik massa adalah turunan *derivative* dari potensial gaya beratnya :

$$g_z = Gm \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (26)$$

$$F(g_z) = GmF\left(\frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r}\right) \quad (27)$$

$$F(g_z) = Gm \frac{\partial}{\partial z} F\left(\frac{1}{r}\right) \quad (28)$$

Transformasi Fourier pada lintasan yang diinginkan adalah :

$$F(g_z) = 2\pi Gm e^{|k|(z_0-z_1)}, \quad z_1 > z_0 \quad (29)$$

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

$$A = C e^{|k|(z_0 - z_1)} \quad (30)$$

Dimana A = amplitudo C = konstanta

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

$$\ln A = \ln 2\pi G m e^{|k|(z_0 - z_1)} \quad (31)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)|k| + \ln C \quad (32)$$

Persamaan di atas dapat dianalogikan dalam persamaan garis lurus:

$$y = mx + c \quad (33)$$

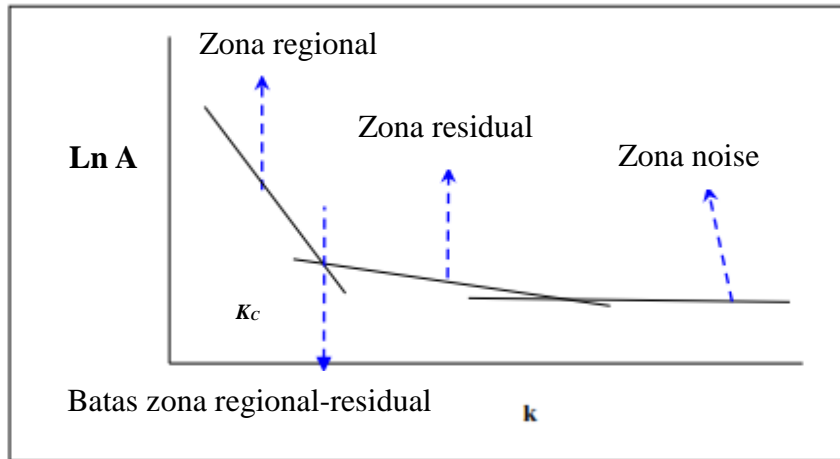
Dimana $\ln A$ sebagai sumbu y , $|k|$ sebagai sumbu x , dan $(z_0 - z_1)$ sebagai kemiringan garis (gradien). Oleh karena itu, kemiringan garisnya merupakan kedalaman bidang dalam dan dangkal. $|k|$ sebagai sumbu x didefinisikan sebagai bilangan gelombang yang besarnya $\frac{2\pi}{\lambda}$ dan satuannya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

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

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

$$N = \frac{2\pi}{k_c \Delta x} \quad (35)$$

Dimana Δx adalah domain spasi yang akan digunakan dalam Fast Fourier Transform (FFT), dan k_c adalah bilangan gelombang *cut-off*.



Gambar 7. Kurva Ln A terhadap k (Blakely, 1996)

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.

D. *Filter Moving Average*

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

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

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

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (36)$$

Keterangan :

i = nomor stasiun

N = lebar jendela

$n = \frac{N-1}{2}$

Δg_{reg} = besarnya anomali regional

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

moving average dengan lebar jendela 3, maka:

$$\Delta g_{reg} = \frac{1}{9} \sum_{N=1}^9 \Delta g(n) \quad (37)$$

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

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{reg} \quad (38)$$

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

E. *Second Vertical Derivative (SVD)*

Second Vertical Derivative (SVD) dilakukan untuk memunculkan efek dangkal dari pengaruh regionalnya dan untuk menentukan batas-batas struktur yang ada di daerah penelitian, sehingga filter ini dapat menyelesaikan anomali residual yang tidak mampu dipisahkan dengan metode pemisahan regional-residual yang ada. Secara teoritis, metode ini diturunkan dari persamaan Laplace's (Telford dkk., 1990):

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \text{ dimana } \nabla^2 \Delta g = \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \quad (39)$$

Sehingga persamaannya menjadi :

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

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

Dari persamaan-persamaan di atas dapat diketahui bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat permukaan adalah sama dengan negatif dari *derivative* dapat melalui *derivative* orde dua horizontalnya yang lebih praktis dikerjakan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan filter SVD hasil perhitungan Elkins (1951). Filter *Second Vertical Derivative* (SVD) dengan operator Elkins filter 2-D ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Operator Elkins Filter SVD (Elkins, 1951)

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

Menurut Reynolds (1997) menyatakan bahwa kriteria untuk menentukan jenis struktur patahan adalah sebagai berikut:

1. Untuk patahan turun berlaku :

$$\left(\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2}\right) \text{maks} > \left|\left(\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2}\right) \text{min}\right| \quad (42)$$

2. Untuk patahan turun berlaku :

$$\left(\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2}\right) \text{maks} < \left|\left(\frac{\delta^2 \Delta g}{\delta z^2}\right) \text{min}\right| \quad (43)$$

F. Euler Deconvolution

Euler Deconvolution adalah pendekatan matematik untuk estimasi kedalaman suatu objek berdasarkan turunan parsial tiga arah (x, y, z) dari suatu fungsi.

Secara umum persamaan *Euler* dapat di rumuskan sebagai berikut (Reid,1990)

$$(x - x') \frac{\partial g}{\partial x} + (y - y') \frac{\partial g}{\partial y} + (z - z') \frac{\partial g}{\partial z} + \eta(B - F) = 0 \quad (42)$$

Dimana $\frac{\partial g}{\partial x}$, $\frac{\partial g}{\partial y}$, $\frac{\partial g}{\partial z}$ merupakan turunan data Gayaberat ke arah x , y dan z

merupakan indeks struktur yang dipilih berdasarkan prioritas sumber geometri.

Berikut merupakan tabel Indeks Struktur untuk data Gayaberat.

Tabel 2. Nilai Indeks Struktur Untuk Data Gayaberat (Reid,1990)

<i>Source</i>	<i>Structure Index for Gravity</i>
<i>Sphere</i>	<i>2</i>
<i>Horizontal Cylinder</i>	<i>1</i>
<i>Fault</i>	<i>0</i>

G. Forward Modelling (Pemodelan Kedepan)

Forward modeling (pemodelan ke depan) adalah suatu metode interpretasi yang memperkirakan densitas bawah permukaan dengan membuat terlebih dahulu benda geologi bawah permukaan. Kalkulasi anomali dari model yang dibuat kemudian dibandingkan dengan anomali Bouger yang telah diperoleh dari survey gayaberat. Prinsip umum pemodelan ini adalah meminimumkan selisih anomali pengamatan untuk mengurangi ambiguitas. Yang dimaksud benda dua dimensi di sini adalah benda tiga dimensi yang mempunyai penampang yang sama dimana saja sepanjang tak berhingga pada satu koordinatnya. Pada beberapa kasus, pola kontur anomali bouger adalah bentuk

berjajar yang mengidentifikasi bahwa penyebab anomali tersebut adalah benda yang memanjang. Pemodelan dinyatakan dalam bentuk dua dimensi karena efek gravitasi dua dimensi dapat ditampilkan dalam bentuk profil tunggal (Talwani, dkk 1969)

H. *Inverse Modelling* (Pemodelan Kebelakang)

Inverse Modelling adalah pemodelan berkebalikan dengan pemodelan ke depan. Pemodelan inversi berjalan dengan cara suatu model dihasilkan langsung dari data. Pemodelan jenis ini sering disebut data fitting atau pencocokan data karena proses di dalamnya dicari parameter model yang menghasilkan respon yang cocok dengan data pengamatan. Diharapkan untuk respon model dan data pengamatan memiliki keseuaian yang tinggi, dan ini akan menghasilkan model yang optimum (Supriyanto, 2007).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun Tempat dan tanggal penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

- Tempat : **Pusat Survei Geologi, Badan Geologi,
Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral dan
Laboratorium Teknik Geofisika Universitas
Lampung.**
- Alamat : **Jl. Diponegoro No.57, Bandung 40122 dan Jl. Prof.
Dr. Sumantri Bojonegoro No. 1 Bandar Lampung.**
- Tanggal : **Februari Sampai April 2018.**
- Tema : **“IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH
PERMUKAAN CEKUNGAN AKIMEUGAH
IRIAN JAYA DENGAN ANALISIS *SECOND
VERTICAL DERIVATIVE* DAN *EULER
DECONVOLUTION* DATA GAYABERAT”.**

B. Alat dan Bahan

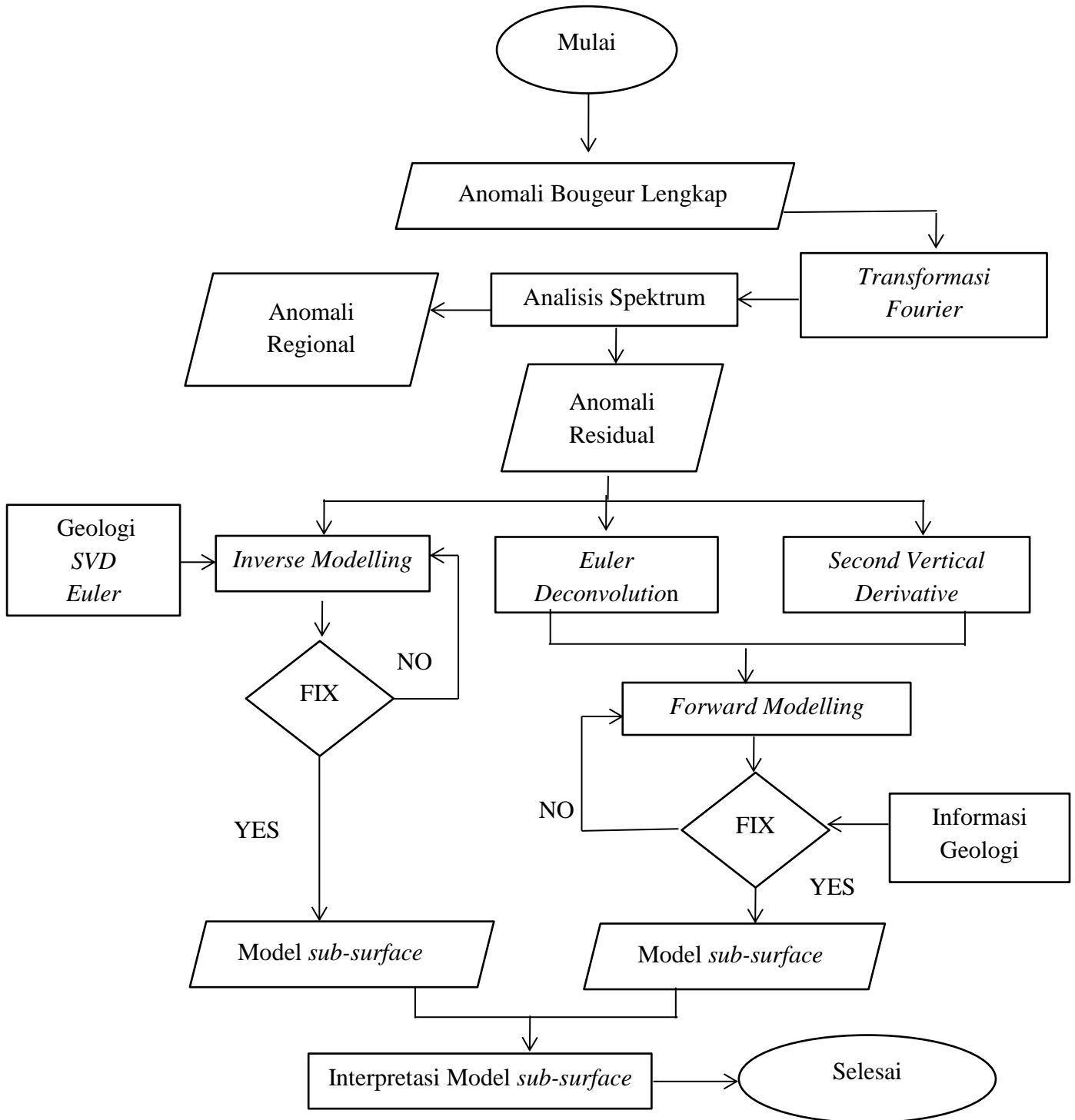
Data penelitian ini merupakan data sekunder, yang diperoleh dari Badan Geologi Kementerian ESDM, Pusat Survei Geologi (PSG) Bandung yang merupakan data gayaberat hasil dari digitasi ulang peta Anomali Bouguer Lengkap daerah Timika, Waghete, Yapero, Birufu dan Wamena yang merupakan daerah cekungan Akiemugah.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Laptop
2. Lembar Peta *Anomali Bouguer* Lengkap daerah Timika, Waghete, Yapero, Birufu dan Wamena.
3. Lembar Peta Geologi Daerah Timika, Waghete, Yapero, Birufu dan Wamena.
4. Software Surfer 12
5. Software Numeri
6. Software Microsoft Word dan Excel 2017
7. Geosoft Oasis Montaj 6.4.2
8. Grablox 16
9. Rockwork 16

C. Diagram Alir

Adapun diagram alir dalam pengolahan data sebagai berikut pada Gambar 11



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

D. Tahapan Pengolahan Data

1. Pembuatan Peta Kontur Anomali Bougeur

Pembuatan peta kontur *Anomali Bougeur* menggunakan perangkat lunak *Surfer12* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Membuka *Surfer 12* kemudian pilih Grid→Data kemudian pilih data longitude (UTM X), latitude (UTM Y) dan nilai *Anomali Bougeur*.
- Pada kotak dialog yang sama, pada bagian “Grid Line Geometry”, melakukan pengaturan nilai minimum dan maksimum serta grid spasi. Dalam pengolahan ini penulis menggunakan grid spasi 3300. Kemudian klik OK, maka data akan langsung diproses dan akan tersimpan dengan file nama yang kita tentukan dengan type file *.grd.
- Selanjutnya pilih menu “Map→New→Countour Map” maka akan tampil kotak dialog yang meminta untuk memasukkan file *.grd. Selanjutnya klik “Open”, maka akan tampil sebuah kontur dari data tersebut. - Selanjutnya untuk memberi warna pada kontur, klik kontur yang akan diberi warna, maka akan tampil pilihan disebelah kiri layar. Pada menu “Levels” centang menu “Fill Contours”, pilih warna yang diinginkan dan centang menu “Color scale”.
- Kemudian untuk menghilangkan bagian yang tidak terdapat titik pengukuran pada peta kontur, dapat dilakukan dengan melakukan digitasi peta. Pilih Map→Digitize, kemudian klik area yang akan dihilangkan. Setelah selesai, simpan hasil digitize, yang akan tersimpan dengan type *.bln.

- Pilih menu “Grid→Blank”, kemudian pilih peta kontur *Anomali Bougeur* dan memilih data digitize tadi. Selanjutnya memberi nama file type *.grd dan simpan.
- Menampilkan peta kontur hasil *blanking*.

2. Slicing Peta Kontur *Anomali Bougeur*

Pada tahapan ini, *slicing* dilakukan untuk memperoleh data yang nantinya digunakan untuk proses analisis spektrum dan estimasi lebar jendela.

Tahapan *slicing* adalah sebagai berikut :

- Membuka grid data peta *Anomali Bougeur*.
- Membuat garis *slice* dengan mengklik “Polyline”, kemudian membuat garis pada peta kontur sesuai dengan keinginan. Pada pengolahan ini penulis melakukan *slice* sebanyak 5 kali dengan panjang *slice* antara 3-5 km.
- Kemudian melakukan digitasi pada masing-masing garis *slice* dengan memilih menu “Map→Digitize” dan simpan.
- Memilih menu “Grid→Slice” dan pilih hasil digitize yang telah disimpan, kemudian simpan kembali hasil slice kedalam bentuk *.dat.

3. Analisis Spektrum untuk Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Data hasil proses *slicing* tadi kemudian dibuka menggunakan *Microsoft Excel* dengan langkah sebagai berikut :

Membuka *Microsoft Excel*→Open, pilih hasil slice yang telah disimpan, pilih “Fixed Width→Next” kemudian pisahkan data dengan data lain, kemudian Finish.

- Data hasil ini berupa longitude(UTM X), latitude(UTM Y), nilai *Anomali Bougeur* dan spasi. Kemudian salin data spasi dan nilai *Anomali Bougeur* kedalam notepad. Selanjutnya simpan data dengan tipe file *.xy.

- Melakukan analisis spektrum menggunakan *software Numeri* dengan memasukkan file *.xy kedalam satu folder.

- Membuka *software Numeri* dan memasukkan data yang akan dilakukan FFT. Kemudian setelah selesai proses transformasi, *output* file disimpan dalam bentuk *.SPK. Data yang dibawa oleh *output* ini berupa real, imajiner dan frekuensi. Dimana frekuensi didapatkan dari angka pertama kolom pertama baris pertama, frekuensi pertama dimulai dari 0 dan seterusnya merupakan kelipatan dari angka yang tertera pada baris kolom pertama.

- Mencari amplitudo, bilangan gelombang dan logaritma natural dari amplitudo dengan persamaan berikut :

$$A = \sqrt{real^2 + imajiner^2}$$

$$K = 2\pi f$$

$$LN(A) = Ln\sqrt{real^2 + imajiner^2}$$

Dimana :

F = frekuensi

A = amplitudo

K = bilangan gelombang

- Kemudian membuat plot grafik dari kolom K dan LN(A). Setengah dari data diplot dan dianalisis dengan cara dicari dua trend linier yang saling berpotongan dan diambil nilai K yang perpotongannya disebut *K cut off*.
- Mencari lebar jendela dengan persamaan berikut :

$$n = \frac{2\pi}{K_{cutoff} \times \Delta x}$$

Dimana Δx merupakan spasi lintasan. Jika memiliki banyak garis *slice* maka lebar jendela dari seluruh garis disatukan dan kemudian dicari rata-ratanya. Selanjutnya memasukkan nilai lebar jendela ke *Surfer 12* sebagai nilai filter dalam proses pemisahan anomali regional dan residual. Dalam pengolahan ini, penulis melakukan pemisahan dengan metode *Moving Average*.

-Membuka *Surfer 12* dan memilih menu Grid→Filter→Pilih peta kontur *Anomali Bougeur*→User Defined Filters→Low-pass Filters→Moving Average(mxn). Kemudian atur nilai m dan n berdasarkan lebar window hasil analisis spektrum tadi.

- Hasil *output* dari filter moving average adalah berupa peta anomali regional, sedangkan untuk anomali residualnya diperoleh dengan mengurangkan peta *Anomali Bougeur* dengan anomali regional.

- Pilih menu Grid→Math→Add Grids kemudian masukkan grid *Anomali Bougeur* sebagai variabel A dan grid regional sebagai variabel B, selanjutnya klik OK.

4. Prosedur analisis dan Pemodelan

Setelah didapat zona residual zona tersebut di analisis menggunakan *Euler Deconvolution* untuk estimasi kedalaman zona residual, dan dilakukan analisis *Second Vertical derivative (SVD)* kearah sumbu X dan Y berdasarkan data anomali residual untuk analisis lokasi sesar-sesar pada zona residual. Tahap selajutnya adalah pemodelan kedepan 2D (*Forward Modeling*) yang dibuat berdasarkan data residual. Tahap terakhir adalah pembuatan model kebelakang (*Inverse Modeling*) berdasarkan data anomali residual. Setelah seluruh analisis dan pemodelan dilakukan, tahap terakhir adalah interpretasi struktur geologi daerah penelitian berdasarkan hasil dari seluruh pemodelan dan analisis data Gaya Berat.

E. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal kegiatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Minggu ke-)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Studi Literatur dan Persiapan								
2.	Persiapan Data Gayabarat								
3.	Pengolahan Data Gayabarat								

4.	Analisa dan Intepretasi Data								
5.	Penulisan Laporan								

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peta kontur Anomali Bouguer pada daerah penelitian berkisar antara -124,1 mGal hingga 0 mGal. Anomali tinggi berada pada bagian Barat sampai ke arah Tenggara dengan nilai densitas berkisar antara -37,7 mGal sampai 0,0 mGal. Anomali sedang menyebar dari arah Barat ke arah Timur pada peta Anomali Bouguer berkisar antara -77,1 mGal sampai -47,9. Anomali rendah berada pada bagian Utara dan Timur Laut pada daerah penelitian dengan nilai densitas berkisar antara -124,1 mGal sampai -84,1 mGal.
2. Berdasarkan hasil analisis spektrum diperoleh kedalaman anomali residual 4 km dan kedalaman anomali regional 39 km.
3. Berdasarkan perbandingan hasil estimasi kedalaman zona residual menggunakan metode *Euler Deconvolution* menunjukkan

Hasil yang sama dengan Analisis Spektrum dimana dari 3 sampel yang diambil kedalaman Anomali residual menggunakan metode *Euler Deconvolution*, menunjukkan nilai kedalaman dengan range yang sama dengan estimasi kedalaman menggunakan Analisis Spektrum.

4. Berdasarkan analisis *Second Vertical Derivative* menunjukkan terdapat 6 zona patahan pada ketiga Lintasan yang dibuat pada daerah penelitian yang berperan penting dalam jalur migrasi Hidrokarbon.
5. Berdasarkan analisis pada Peta anomali residual terdapat 5 pola Sub-cekungan yang terdapat pada daerah penelitian.
6. Berdasarkan pemodelan 2,5 D *Forward Modelling* dan 3D *Inverse Modelling* menunjukkan model struktur bawah permukaan pada daerah penelitian yang menunjukkan adanya struktur geologi berupa patahan dan menunjukkan adanya pola Sub-cekungan pada daerah penelitian yaitu 4 Sub-cekungan yang dapat dilihat dari hasil Pemodelan 3D (*Inverse Modelling*).

B. Saran

Adapun saran yang diberikan penulis ialah perlu dilakukan analisa metode gayaberat yang lebih mendalam pada zona sesar untuk mengetahui jenis sesar dan arah sesar tersebut dan mencari lebih banyak referensi terkait daerah penelitian untuk memperkuat pemodelan dan analisis struktur bawah permukaan pada daerah penelitian dan juga perlu adanya data penunjang

seperti data seismik dan juga data bor pada daerah penelitian untuk mendapatkan hasil korelasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, R. J. 1996. *Potensial Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diyanti. 2014. *Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Leuwidamar Berdasarkan Analisis Spektral Data Gaya Berat*. (Skripsi) Prodi Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
- Elkins, T.A. 1951. The Second Derivative Method of Gravity Interpretation. *Geophysics*, v.23, h.97-127.
- Grandis, H.2015.*Anomali Bouguer bagian 1 dan bagian 2* .[http://geofisika .net/gravitasi/](http://geofisika.net/gravitasi/).
- Grandis, H. 2009. *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia: Jakarta.
- Handyarso, A. dan Padmawidjaja, T., 2017. Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Bintuni Berdasarkan Analisis Data Gayaberat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral : Vol.18 No.2*
- Heryanto, R dan Margono, U. 1995. *Peta Geologi Lembar Yapero dan Birufu, Irian Jaya*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Kadir, W.G.A. 2000. *Eksplorasi Gayaberat dan Magnetik*. Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB.
- Kearey, P., 2002. *An Intoduction to Geophysical Exploation*. Third Edition. USA : Blackwell Science Ltd
- Kusnama dan Panggabean, H. 1998. The Stratigraphy and Tectonic of Beoga area, Central range, Irian Jaya. *Bulletion of Geological Research and Development Centre*, Bandung. 83(8): 2-10 pp.

- Lilie, R.J. 1999. Determination of density for reduction of gravimeter observation, *Geophysicist*, Vol. 4, pp. 176-183, <http://dx.doi.org/10.1190/1.1437088>.
- Octonovriyia, L. 2009. Analisa Perbandingan Anomaly Gravitasi dengan persebaran intrusi air asin (Studi kasus Jakarta 2006-2007). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol.10 No.1 : AMG*.
- Panggabean, H. dan Hakim, A. S., 1986. Reservoir Rock Potential of the Paleozoic – Mesozoic Sandstone of the Southern Flank of the Central Range, Papua. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 15th Annual Convention*, hal : 461 – 480.
- Panggabean, H dan Pigram, C.J. 1989. *Peta Geologi Lembar Waghete, skala 1:250.000*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rusmana, E., Parris, K., Sukanta, U. dan Samodra, H. 1995. *Peta Geologi Lembar Timika, Irian Jaya*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Reid, A. B., Allsop, J.M. Granser, H., Millett, A. J., and Somerton. I. W., 1990 , Magnetic Interpretation in Three Dimensions Using Euler Deconvolution : *Geophysics*, 55, 80-90
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley and Sons Ins., England.
- Rosid, S., 2005. *Gravity Method in Exploration Geophysics*. Universitas Indonesia, Depok.
- Salem, A., Furuya, S., Aboud, E., Elawadi, E., Jotaki, H., dan Ushijima, K., 2005. Subsurface Structural Mapping Using Gravity Data of Hobi Geothermal Area, Central Kyushu, Japan. *Jurnal Proceeding World Geothermal Congress. Turkey*
- Sarkowi, M., 2008. Karakteristik Gradien Gayaberat Untuk Interpretasi Anomali Gayaberat Mikro Antar Waktu. *Jurnal Proceeding Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Unila*
- Sukanta, U., Wiryosujono dan Hakim, A.S., 1995. *Peta Geologi Lembar Wamena, Irian Jaya*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Supriyanto. 2007. *Analisis Data Geofisika :Memahami teori Inversi*. Department Fisika FMIPA UI :Depok.
- Talwani, M., J.L., Worzel dan Landisman, M. 1969. Rapid Gravity Computations for Two-Dimensional Bodies with Application to the Mendocino Submarine Fracture Zone. *Journal of Geophysical Research: Vol.64 No.1*

Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sherrif, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. USA : Cambridge University.

Telford, WM., Geldart, LP., Sheriff, RE. 2004. Ap *Applied Geophysics*. USA : Cambridge University Press. Cambridge : hal. 10 - 19

Wellenhof., Moritz, H. 2005. *Physical Geodesy*. Springer Wien New York. Austria : hal 129 – 155. www.srgi.big.go.id