

**INTERPRETASI DATA ANOMALI BOUGUER LENGKAP
SECOND VERTICAL DERIVATIVE UNTUK IDENTIFIKASI
STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN
METODE GAYABERAT PADA DAERAH WASIOR, PAPUA BARAT**

(SKRIPSI)

Oleh

**IVAN ALOYSIUS S.G
1315051027**



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

“THE INTERPRETATION OF THE COMPLETE BOUGUER ANOMALY DATA WITH THE SECOND VERTICAL DERIVATIVE TO IDENTIFY SUBSURFACE GEOLOGICAL STRUCTURES BY USING GRAVITY METHOD IN THE WASIOR REGION, WEST PAPUA”

Ivan Aloysius S.G

ABSTRACT

Research has been conducted to interpret the complete bouguer anomaly Data with the second vertical derivative to identify subsurface geological structures by using gravity method in the Wasior region, West Papua. The results of the spectrum analysis separate the residual anomalies and the Regional anomalies. On regional anomalies have been obtained by approximate estimation depth of 12233 m where as on residual anomalies Have been obtained by approximate estimation depth of 1775m which the width of the window is 13. On the interpretation of the two vertical derivatives slice 1 of SVD anomaly curve, the maximum SVD anomaly is 0.040 mGal/m^2 and the minimum SVD anomaly is -0.038 mGal/m^2 . So, from the analysis on this patch has been predicted obtaining fault structures. This is reinforced by the results of SVD analysis where the maximum anomaly value is greater than the minimum anomaly value, this indicates on the line obtaining the fault which its type is the normal fault. While in slice 2 of SVD anomaly curve, the maximum SVD anomaly value is 0.02 mGal/m^2 and the minimum SVD anomaly value is -0.020 mGal/m^2 . This is reinforced by the results of SVD analysis where the maximum anomaly value is smaller than the minimum anomaly value, this indicates on the line obtaining the fault which its type is the reverse fault.

Keywords: gravity, spectrum analysis, SVD

“INTERPRETASI DATA ANOMALI BOUGER LENGKAP *SECOND VERTICAL DERIVATIVE* UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GAYABERAT PADA DAERAH WASIOR, PAPUA BARAT ”

Ivan Aloysius S.G

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk melakukan interpretasi data anomali bouguer lengkap second vertical derivative untuk identifikasi struktur geologi bawah permukaan menggunakan metode gayaberat pada daerah Wasior, Papua Barat. Hasil analisa spektrum untuk pemisahan anomali regional residual didapatkan estimasi kedalaman 12233 m sedangkan pada anomali residual didapatkan estimasi kedalaman 1775 m dengan lebar jendela 13. Pada hasil interpretasi *second vertical derivative* slice 1 kurva anomali SVD, nilai anomali SVD maksimum adalah 0,040 mGal/m² dan nilai anomali SVD minimumnya adalah -0,038mGal/m².. Sehingga dari analisis tersebut pada lintasan ini diduga adanya struktur patahan. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis SVD dimana nilai anomali maksimum lebih besar daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan turun (normal). Sedangkan pada slice 2 kurva anomali SVD, nilai anomali SVD maksimum adalah 0,02 mGal/m² dan nilai anomali SVD minimumnya adalah -0,020mGal/m². Sehingga dari analisis tersebut pada lintasan ini diduga adanya struktur patahan. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis SVD dimana nilai anomali maksimum lebih kecil daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan naik.

Kata kunci: gayaberat, analisis spektrum, SVD

**INTERPRETASI DATA ANOMALI BOUGUER LENGKAP
SECOND VERTICAL DERIVATIVE UNTUK IDENTIFIKASI
STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN
MENGUNAKAN METODE GAYABERAT PADA DAERAH
WASIOR, PAPUA BARAT**

Oleh
IVAN ALOYSIUS S.G

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 : INTERPRETASI DATA ANOMALI BOUGUER LENGKAP SECOND VERTICAL DERIVATIVE UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GAYABERAT PADA DAERAH WASIOR, PAPUA BARAT

Nama Mahasiswa : Ivan Aloysius S.G

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315051027

Jurusan : Teknik Geofisika

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.

NIP 19730716 200012 1 002

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

NIP 19750911 200012 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

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

NIP 19750911 200012 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

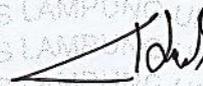
Ketua

: Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si.



Sekretaris

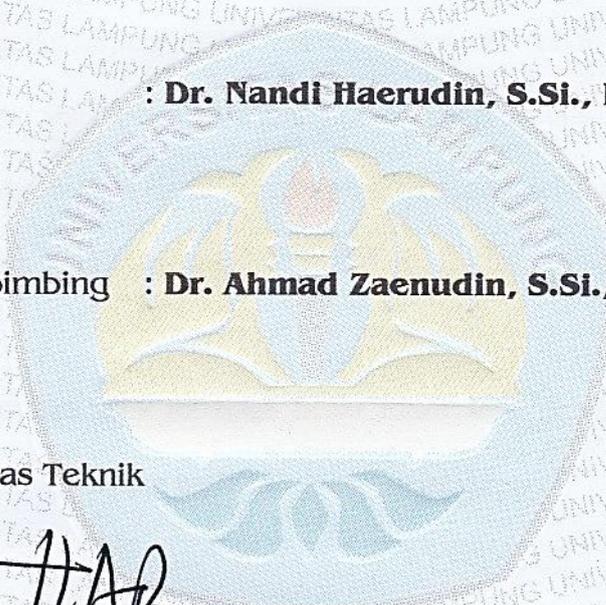
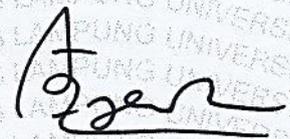
: Dr. Nandi Haerudin, S.Si., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juli 2018

PERNYATAAN

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

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

Bandar Lampung, 26 July 2018



Ivan Aloysius S.G
NPM. 1315051027

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 6 Desember 1994. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Darius Ginting dan Ibu Rosmawaty S. Brahmana. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Santa Lusia, Bekasi pada tahun 2007. Pendidikan Sekolah Menengah pertama di SMP N 31 Kota Bekasi pada tahun 2010. Dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 7 Kota Bekasi pada tahun 2013. Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pada tahun 2014 sampai 2016 penulis tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika Bhuwana Universitas Lampung sebagai anggota bidang Kaderisasi komisi disiplin. Pada periode 2015/2016 penulis juga tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia. Pada Tahun 2016 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata Pada kelurahan Labuhan Kecamatan Pulau Pisang Pesisir Barat. Didalam pengaplikasian ilmu di bidang Teknik Geofisika penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktek di PT. ANTAM Jakarta Selatan Dengan Mengambil tema “Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Menggunakan Data Gaya Berat Pada Daerah Pongkor, Jawa Barat”. Penulis melakukan Tugas Akhir untuk skripsi juga pada Pusat Survey Geologi (PSG) Bandung, hingga akhirnya penulis menyelesaikan pendidikan sarjana teknik pada tanggal 26 July 2018 dengan judul skripsi **INTERPRETASI DATA ANOMALI BOUGUER LENGKAP SECOND VERTICAL DERIVATIVE UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE GAYABERAT PADA DAERAH WASIOR, PAPUA BARAT**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, kan ku persembahkan skripsi ini kepada :

SANTA BUNDA MARIA

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat, karunia dan perlindungan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Interpretasi Data Anomali Bouger Lengkap Second Vertical Derivative Untuk Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Menggunakan Data Gayaberat Pada Daerah Wasior, Papua Barat*” sebagai salah satu bagian dari kurikulum dan salah satu syarat bagi penulis untuk menyelesaikan studi sebagai Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Skripsi ini merupakan hasil kegiatan Tugas Akhir di Pusat Survey Geologi (PSG). Namun demikian, penulis menyadari masih banyak ketidaksempurnaan dan banyak kelemahan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat memperbaiki dan menyempurnakan nya. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penulis

Ivan Aloysius S.G

SANWACANA

Dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang bersangkutan yaitu:

1. Santa Teresa dari Calcutta. Terima kasih.
2. Kedua orangtuaku tercinta, atas segala yang diberikan. Doa dan harapan yang selalu kalian sampaikan.
3. Abangku Jefry Wilona Ginting yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan kepada penulis
4. Bapak Syamsurijal Rasimeng S.Si., M.Si selaku pembimbing yang selalu sabar menghadapi penulis.
5. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si, M.T selaku penguji yang telah memberi kritik, saran dan bimbingan dalam perbaikan-perbaikan skripsi.
6. Bapak Dr. Nandi Haerudin, S.Si, M.Si sebagai pembimbing yang telah bersedia memberi saran dan bimbingan serta dukungan dalam proses pengerjaan skripsi
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama perkuliahan
8. Teknik Geofisika Unila 2013 yang telah memberikan dampak positif di kehidupan penulis dan mengajarkan apa arti dari sebuah keluarga

9. Seluruh civitas Teknik Geofisika Unila yang telah memberika warna selama masa studi penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala motivasi, bantuan dan dukungannya selama penulis menempuh bangku perkuliahan sampai menyelesaikan skripsi

Penulis

Ivan Aloysius S.G

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Manfaat	3

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fisiografi Daerah Penelitian	4
B. Struktur dan Tektonik Daerah Penelitian.....	6
C. Stratigrafi Regional.....	8

III. TEORI DASAR

A. Metode Gayaberat	14
B. Analisis Spektral.....	20
C. <i>Moving Average</i>	23
D. <i>Second Vertical Derivative</i>	25
E. <i>Forward Modelling</i>	27

IV. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
B. Alat dan Bahan	29
C. Diagram Alir.....	30
D. Pengolahan Data	31

V. PEMBAHASAN

A. Anomali Bouguer Lengkap.....	34
B. Analisis Spektrum.....	36
C. <i>Moving Average</i>	41
D. Anomali Regional.....	42
E. Anomali Residual.....	44
F. Interpretasi Kualitatif	45
G. Interpretasi Kuantitatif	49

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Peta Geologi Daerah Penelitian.....	5
Gambar 2.2 Elemen Tektonik Kepala Burung.....	6
Gambar 3.1 Pengaruh Gravitasi Bulan di Titik P	16
Gambar 3.2 Koreksi Udara Bebas	18
Gambar 3.3 Kurva $\ln A$ Terhadap k	24
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 5.1 Peta Kontur ABL	34
Gambar 5.2 Slice Analisis Spektrum.....	36
Gambar 5.3 Hasil Analisa Slice 1	37
Gambar 5.4 Hasil Analisa Slice 2	37
Gambar 5.5 Hasil Analisa Slice 3	38
Gambar 5.6 Hasil Analisa Slice 4	38
Gambar 5.7 Hasil Analisa Slice 5	38
Gambar 5.8 Hasil Analisa Slice 6	39
Gambar 5.9 Peta Kontur Anomali Regional.....	42
Gambar 5.10 Peta Kontur Anomali Residual.....	44
Gambar 5.11 Slicing SVD.....	47
Gambar 5.12 Peta SVD	48
Gambar 5.13 Pemodelan 2D Lintasan 1.....	50
Gambar 5.14 Pemodelan 2D Lintasan 2.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Operator Elkins Filter SVD	26
Tabel 2 Hasil Estimasi Regional dan Residual.....	40

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai tingkat kegempaan yang tinggi, dikarenakan Indonesia merupakan daerah pertemuan tiga lempeng tektonik benua, yaitu lempeng Asia bergerak dari utara ke selatan tenggara, lempeng Samudera Hindia Australia bergerak dari selatan menuju utara dan lempeng Pasifik yang bergerak dari timur ke barat. Akibat dari gerakan ketiga lempeng ini menimbulkan unsur-unsur tektonik lainnya seperti sesar/patahan. Sedangkan geologi Papua sendiri dipengaruhi dua elemen tektonik besar yang saling bertumbukan dan serentak aktif. Pada saat ini, Lempeng Samudera Pasifik - Caroline, sedangkan Lempeng Benua Indo - Australia. Tumbukan yang sudah aktif sejak Eosen ini membentuk suatu tatanan struktur kompleks terhadap Papua Barat (Papua), yang sebagian besar dilandasi kerak Benua Indo – Australia (Pigram dkk, 1982)

Gayaberat merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam penggambaran struktur geologi bawah permukaan. Metode ini menggunakan prinsip variasi medan gravitasi bumi akibat perbedaan densitas secara lateral. Dalam perkembangannya metode gayaberat mengalami kemajuan yang cukup signifikan

sehingga metode gayaberat sangat menunjang dalam penelitian mengenai ketebalan sedimen, batas batuan dasar (*basement*), sumber energi, air tanah, dan rekayasa sipil. Salah satu penerapan metode gayaberat dilakukan untuk memetakan struktur geologi berupa sesar. Dimana dalam metode ini digunakan untuk memperkirakan letak dan jenis sesar (Sarkowi, 2008).

Pada metode gravity juga dapat digunakan untuk menganalisa struktur bawah permukaan dengan menggunakan analisa *derivative*. Ada dua macam analisa *derivative* yaitu *first horizontal derivative* (FHD) dan *second vertical derivative* (SVD). Analisa *derivative* dilakukan dengan memperhatikan grafik FHD dan grafik SVD hasil dari sebuah sayatan pada peta gayaberat.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan struktur patahan daerah wasior berdasarkan anomali *SVD*
2. Melakukan pemodelan 2D data anomali bouguer residual
3. Melakukan interpretasi pemodelan 2D

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah mengidentifikasi struktur patahan dengan analisis SVD berdasarkan data gayaberat yang diproses hingga pemisahan anomali regional dan anomali residual yang selanjutnya dilakukan pemodelan 2D.

D. Manfaat

Manfaat tugas akhir ini adalah memberikan pengalaman di dunia kerja yang berhubungan dengan bidang geofisika, terutama pada metode gayaberat. Selain itu mahasiswa juga dapat mengetahui proses dan alur kerja yang nyata dalam penerapan ilmu geofisika.

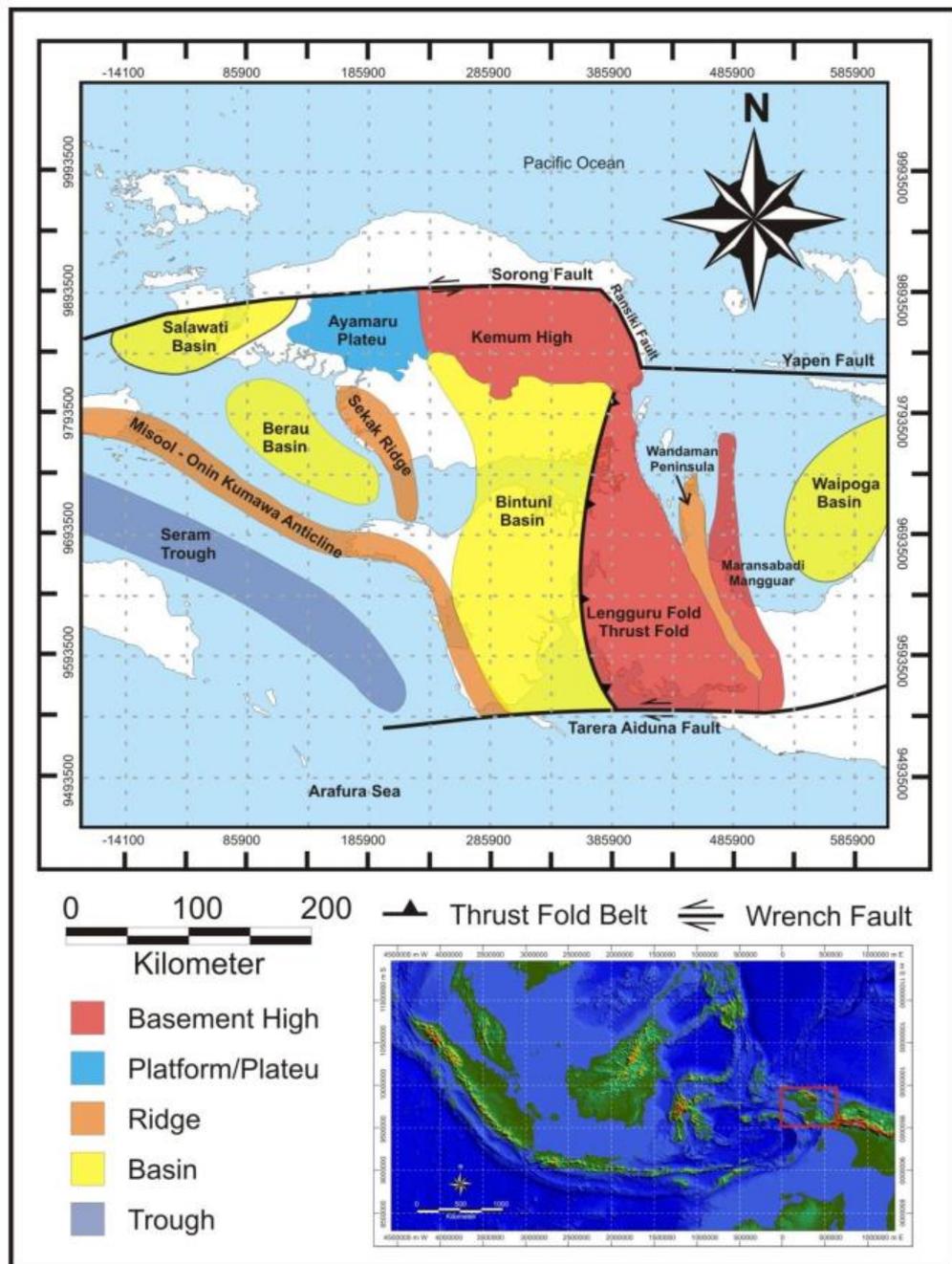
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fisiologi Daerah Penelitian

Pulau Papua memiliki bentuk yang menarik, dilihat dari bentuknya pulau Papua diibaratkan berbentuk seperti burung. Pulau Papua Secara administratif terletak pada posisi 130°19' BT - 150°48' BT dan 0°19' LS -10°43' LS. Pulau Papua merupakan ekspresi permukaan dari batas utara deformasi blok kontinen Australia dan Lempeng Pasifik. Secara fisiografi, van Bemmelen (1949) membagi Papua menjadi 3 bagian utama (Gambar 2.1) yaitu bagian Kepala Burung, Leher dan Badan.

1. Bagian Peninsula Barat (kepala burung), yang terhubung dengan bagian badan utama dari pulau tersebut oleh bentuk leher yang menyempit. Terletak pada 130° - 135° BT
2. Bagian Daratan Utama (badan), yang terletak pada 135⁰ – 143,5⁰ BT.
3. Bagian Timur (ekor burung), yang terletak pada 143,5⁰ – 151⁰ BT.

B. Struktur dan Tektonik Daerah Penelitian



Gambar 2.2 Elemen tektonik kepala burung (Piagam dkk, 1982)

Geologi Papua dipengaruhi dua elemen tektonik besar yang saling bertumbukan dan serentak aktif. Tumbukan yang sudah aktif sejak Eosen ini membentuk suatu tatanan struktur kompleks terhadap Papua Barat (Papua), yang sebagian besar dilandasi kerak Benua Indo-Australia.

Kompresi ini hasil dari interaksi yang bersifat konvergen miring (*oblique convergence*) antara Lempeng Benua Indo-Australia dan Lempeng Samudera Pasifik-Caroline (Dow dkk, 1988). Konvergensi tersebut diikuti oleh peristiwa tumbukan yang bersifat kolisi akibat interaksi pergerakan antara busur kepulauan dengan lempeng benua yang terjadi selama Zaman Kenozoikum (Sapiie, 1998).

Tektonik Papua secara umum dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu Badan Burung atau Papua bagian timur dan Kepala Burung atau Papua bagian barat. Kedua bagian ini menunjukkan pola kelurusan barat-timur yang ditunjukkan oleh Tinggian Kemun di Kepala Burung dan *Central Range* di Badan Burung, Kedua pola ini dipisahkan oleh Jalur Lipatan Anjakan Lengguru berarah baratdaya-tenggara di daerah Leher Burung dan juga oleh Teluk Cendrawasi.

Para ahli berpendapat mengenai kejadian utama kolisi yang terjadi berdasarkan data-data penentuan umur kelompok batuan. Visser dan Hermes (1996) berpendapat bahwa kejadian kolisi terjadi pada Oligosen setelah pengendapan sedimen karbonat yang berubah menjadi pengendapan sedimen klastik akibat proses pengangkatan. Batuan metamorf yang hadir dikawasan ini memberikan umur proses kolisi terjadi pada Miosen (Pigram dkk., 1989 dalam Darman dan Sidi, 2000). Dari kedua fakta terjadi umur batuan tersebut, maka Dow dkk (1988) menyimpulkan bahwa Papua merupakan produk dari dua kolisi utama yang terjadi pada kala Oligosen dan diikuti oleh proses kolisi yang terjadi pada Miosen. Daerah kepala burung mengalami kompresi keselatan sejak oligosen sampai resen. Elemen-elemen struktur utama adalah sesar sorong, blok Kemun-Plateu

Ayamuru di utara, Sesar Rasiki, Jalur Lipatan-Anjakan Lengguru dan Cekungan Bintuni dan Salawati di timur dan Sesar Tarera-Aiduna, Antiklin Misool-Onin-Kumawa dan Cekungan Berau di selatan dan baratdaya. Jalur lipatan anjakan lengguru berarah baratdaya-tenggara diperlihatkan oleh suatu seri bentukan *ramps* dan *thrust*. Dibagian selatannya, Jalur ini terpotong oleh Zona Sesar Tarera-Aiduna (Hobson dkk, 1997).

C. Stratigrafi Regional

Stratigrafi wilayah Papua terdiri atas :

1. Paleozoic Basement (Pre-Kambium Paleozoicum)

Di daerah Badan Burung atau sekitar Pegunungan Tengah tersingkap Formasi Awigatoh sebagai batuan tertua di Papua yang berumur pre-Kambium. Formasi ini juga disebut Formasi Nerewip oleh Parris (1994) di dalam lembar Peta Timika. Formasi ini terdiri dari batuan metabasalt, metavulkanik dengan sebagian kecil batu gamping, batu serpih dan batu lempung.

Formasi Awigatoh ini ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Kariem. Formasi Kariem tersusun oleh perulangan batupasir kuarsa berbutir halus dengan batuserpih dan batulempung. Umur formasi ini diperkirakan sekitar Awal Paleozoikum atau pre-Kambium yang didasarkan pada posisi stratigrafinya yang berada di bawah Formasi Modio yang berumur ilur Devon. Didaerah Gunung Bijih Mining Access (GBMA) dijumpai singkapan Formasi Kariem yang ditutupi secara *disconformable* oleh Formasi Tuaba. Formasi Tuaba tersusun oleh

batupasir kuarsa berlapis sedang dengan sisipan konglomerat dan batuserpilh yang diperkirakan berumur Awal Paleozoikum atau pre-Kambrium.

Selanjutnya di atas Formasi Tuaba dijumpai Formasi Modio yang dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian bawah Anggota A yang didominasi oleh batuan karbonat yaitu stromatolitik dolostone yang berlapis baik. Sedangkan di bagian atasnya ditempati oleh Anggota B yang terdiri dari batupasir berbutir halus dengan internal struktur seperti planar dan silang siur, serta laminasi sejajar. Umur formasi ini ditentukan berdasarkan kandungan koral dan fission track yang menghasilkan Silur-Devon. Kontak formasi ini dengan Formasi Aiduna yang terletak di atasnya ditafsirkan sebagai kontak disconformable (Ufford, 1996).

Formasi Aiduna dicirikan oleh batuan silisiklastik berlapis baik dengan sisipan batubara, dan ditafsirkan sebagai endapan fluvial sampai lingkungan delta, dan secara stratigrafi formasi ini ditindih secara selaras oleh Formasi Tipuma. Umur formasi ini ditentukan berdasarkan kandungan fosil brachiopoda yaitu Perm. Di daerah Kepala Burung atau Salawati-Bintuni, batuan dasar yang berumur Paleozoikum terutama tersingkap di sebelah timur kepala Burung yang dikenal sebagai Tinggian Kemum, serta disekitar Gunung Bijih Mining Access (GBMA) yaitu di sebelah barat daya Pegunungan Tengah. Batuan dasar tersebut disebut Formasi Kemum yang tersusun oleh batu sabak, filit dan kuarsit. Formasi ini di sekitar Kepala Burung dintrusi oleh bitit Granit yang berumur Karbon yang disebut sebagai Anggi Granit pada Trias. Oleh sebab itu Formasi Kemum

ditafsirkan terbentuk pada sekitar Devon sampai Awal Karbon (Pigram dkk, 1982).

Selanjutnya Formasi Kemum ditindih secara tidak selaras oleh Group Aifam. Di sekitar Kepala Burung group ini dibagi menjadi 3 Formasi yaitu Formasi Aimau, Aifat dan Ainim. Group ini terdiri dari suatu seri batuan sedimen yang tak termalihkan dan terbentuk di lingkungan laut dangkal sampai fluvio-deltaik. Satuan ini di daerah Bintuni ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Tipuma yang berumur Trias (Bintoro & Luthfi, 1999).

2. Sedimentasi Mesozoikum hingga Senozoik

a. Formasi Tipuma

Formasi Tipuma tersebar luas di Papua, mulai dari Papua Barat hingga dekat perbatasan di sebelah Timur. Formasi ini dicirikan oleh batuan berwarna merah terang dengan sedikit bercak hijau muda. Formasi ini terdiri dari batulempung dan batupasir kasar sampai halus yang berwarna abu-abu kehijauan dengan ketebalan sekitar 550 meter. Umur formasi ini diperkirakan sekitar Trias Tengah sampai Atas dan diendapkan di lingkungan supratidal (Sapiie, 1998)

b. Formasi Kelompok Kembelangan

Di daerah Kepala Burung, Formasi Tipuma ditutupi secara tidak selaras oleh Kembelangan Grup (Kelompok Kembelangan) yang tak terpisahkan. Kelompok ini diketahui terbentang mulai dari Papua Barat hingga Arafura Platform. Kelompok Kembelangan terdiri atas lapis batu debu dan batu lumpur karboniferus

pada lapisan bawah batupasir kuarsa glaukonitik butiran-halus serta sedikit shale pada lapisan atas, dimana pada bagian atasnya di sebut Formasi Jass terdiri dari batu pasir kuarsa dan batu lempung karbonatan (Sapiie, 1998)

3. Sedimentasi Senosoik Akhir

Sedimentasi Senosoik Akhir dalam basement kontinental Australia dicirikan oleh sekuensi silisiklastik yang tebalnya berkilometer, berada di atas strata karbonat Miosen Pertengahan. Di Papua dikenal 3 (tiga) formasi utama, dua di antaranya dijumpai di Papua Barat, yaitu Formasi Klasaman dan Steenkool. Formasi Klasaman dan Steenkool berturut-turut dijumpai di Cekungan Salawati dan Bintuni (Pigram,dkk,1982)

4. Kenozoikum

Grup Batugamping New Guinea, Grup ini dibagi menjadi 4 formasi dari tua ke muda adalah sebagai berikut : Formasi Waripi, Formasi Faumai, Formasi Sirga dan Formasi Kais. Formasi Waripi terutama tersusun oleh karbonat dolomitik, dan batupasir kuarsa diendapkan di lingkungan laut dangkal yang berumur Paleosen sampai Eosen. Di atas formasi ini diendapkan Formasi Faumai secara selaras dan terdiri dari batugamping berlapis tebal (sampai 15 meter) yang kaya fosil foraminifera, batugamping lanauan dan perlapisan batupasir kuarsa dengan ketebalan sampai 5 meter, tebal seluruh formasi ini sekitar 500 meter (Hobson,dkk,1997)

Formasi Faumai terletak secara selaras di atas Formasi Waripi yang juga merupakan sedimen yang diendapkan di lingkungan laut dangkal. Formasi ini terdiri dari batuan karbonat berbutir halus atau kalsilitit dan kaya akan fosil foraminifera (miliolid) yang menunjukkan umur Eosen. Formasi Sirga dijumpai terletak secara selaras di atas Formasi Faumai, terdiri dari batupasir kuarsa berbutir kasar sampai sedang mengandung fosil foraminifera, dan batuserpih yang setempat kerikilan. Formasi Sirga ditafsirkan sebagai endapan fluvial sampai laut dangkal dan berumur Oligosen Awal (Hobson,dkk,1997)

Formasi Kais terletak secara selaras di atas Formasi Sirga. Formasi Kais terutama tersusun oleh batugamping yang kaya foraminifera yang berselingan dengan lanau, batuserpih karbonatan dan batubara. Umur formasi ini berkisar antara Awal Miosen sampai Pertengahan Miosen dengan ketebalan sekitar 400 sampai 500 meter (Hobson,dkk,1997)

5. Miosen sampai sekarang

Pada Miosen sampai sekarang, di Papua dijumpai adanya 3 formasi yang dikenal sebagai Formasi Klasaman, Steenkool dan Buru yang hampir seumur dan mempunyai kesamaan litologi, yaitu batuan silisiklastik dengan ketebalan sekitar 1000 meter. Ketiga formasi tersebut di atas mempunyai hubungan menjari, Namun Formasi Buru yang dijumpai di daerah Badan Burung pada bagian bawahnya menjemari dengan Formasi Klasafat. Formasi Klasafat yang berumur Mio-Pliosen dan terdiri dari batupasir lempungan dan batulanau secara selaras ditindih oleh Formasi Klasaman dan Steenkool. Endapan aluvial dijumpai

terutama di sekitar sungai besar sebagai endapan bajir, terutama terdiri dari bongkah, kerakal, kerikil, pasir dan lempung dari rombakan batuan yang lebih tua.

III. TEORI DASAR

A. Metode Gayaberat

Gayaberat merupakan 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 (Sarkowi, 2008).

1. Konsep Gayaberat

Pada dasarnya gayaberat adalah gaya tarik menarik antara dua benda yang memiliki rapat massa yang berbeda. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (3.1)$$

Dimana :

F : gaya tarik menarik (N)

G : konstanta gravitasi universal ($6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$).

m_1, m_2 : massa benda (kg)

R : jarak antara dua buah benda (m)

2. Potensial Gayaberat

Potensial Gayaberat 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 disekitarnya. Dimana medan potensial bersifat konservatif, artinya usaha yang dilakukan dalam suatu medan gravitasi tidak tergantung pada lintasan yang ditempuhnya tetapi hanya bergantung pada posisi awal dan akhir (Rosid, 2005).

2. Koreksi koreksi gayaberat

a. *Drift Correction*

Gravimeter pada prinsipnya terdiri sebuah massa yang digantungkan pada pegas. Adanya guncangan pada alat sewaktu dalam perjalanan memungkinkan bergesernya pembacaan titik nol pada alat tersebut. Koreksi apungan dilakukan dengan melakukan pembacaan ulang pada titik ikat dalam satu *loop* (Telford dkk,1990). Sehingga dapat diketahui harga penyimpangannya adalah sebagai berikut :

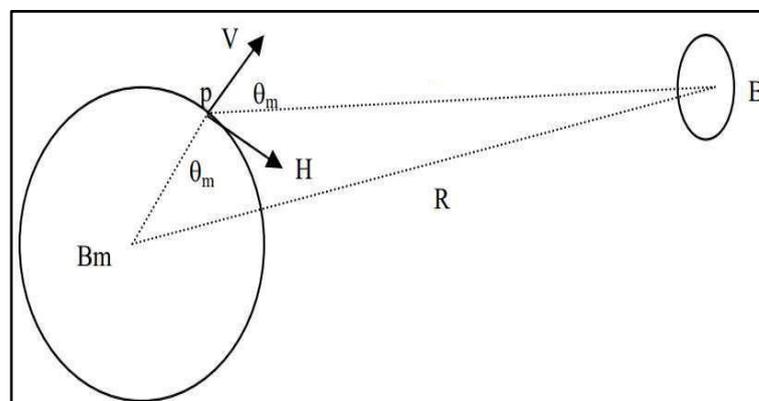
$$Dn = \frac{gst(n) - gst(1)}{Tn - T1} (TN - T1) \quad (3.2)$$

Dimana Dn adalah *drift* pada stasiun , $gst(n)$ dan $gst(1)$ adalah bacaan alat pada stasiun ke-n dan pada awal pembacaan, dan TN , $T1$, Tn masing-masing adalah waktu akhir pengukuran, pengukuran di awal dan waktu pengukuran pada stasiun.

b. *Tide Correction*

Efek pasang surut menyebabkan perubahan hasil pengamatan percepatan gravitasi yang disebabkan oleh interaksi gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi maupun terhadap *gravimeter*. Efek ini menyebabkan variasi percepatan gravitasi yang bergantung waktu sehingga termasuk ke dalam koreksi *Temporal Based Variation*. Sebagaimana pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari menyebabkan perubahan bentuk permukaan air laut, hal itu juga menyebabkan berubahnya bentuk bumi (*earth distortion*).

Karena batuan memberikan gaya eksternal lebih kecil dibandingkan air, besarnya distorsi bumi di bawah pengaruh gaya eksternal lebih kecil dibandingkan besarnya distorsi air laut. Besarnya distorsi air laut akibat efek pasang surut ini terukur dalam meter, sedangkan besarnya distorsi bumi terukur dalam sentimeter. Distorsi ini menyebabkan perubahan percepatan gravitasi dikarenakan perubahan bentuk bumi, sehingga jarak *gravimeter* terhadap pusat bumi berubah (percepatan gravitasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak). Distorsi bumi bervariasi untuk setiap lokasi, dan variasi percepatan gravitasi akibat efek pasang surut ini bisa mencapai 0,2 mGal.



Gambar 3.1 Pengaruh gravitasi bulan di titik P (Kadir, 2000)

Untuk menghilangkan pengaruh dari efek pasang surut tersebut, maka data gayaberat yang diperoleh perlu dilakukan koreksi yang dalam hal ini adalah koreksi pasang surut (*tidal correction*). Persamaan yang digunakan untuk menghitung percepatan pasang surut yang dihasilkan akibat bulan dan matahari, sebagaimana mereka berinteraksi pada setiap titik di bumi sebagai fungsi waktu, sudah diperkenalkan oleh Longman pada tahun 1959. Pengaruh gravitasi bulan di titik P pada permukaan bumi yang terlihat pada Gambar 6 dapat diselesaikan melalui persamaan:

$$U_m G(r) \left(\frac{c}{R}\right)^3 \left[3 \left(\frac{1}{3} - \sin^2 \phi\right) \left(\frac{1}{3} - \sin^2 \phi\right) - \sin 2\phi \sin 2\delta \cos t + \cos^2 \delta \cos 2t \right] \quad (3.3)$$

dimana:

ϕ = sudut lintang

δ = sudut deklinasi

t = *moon hour angle*

c = jarak rata-rata ke bulan

c. *Latitude Correction*

Koreksi ini dilakukan karena bentuk bumi yang tidak sepenuhnya bulat sempurna, tetapi pepat pada daerah ekuator dan juga karena rotasi bumi. Hal tersebut membuat ada perbedaan nilai gravitasi karena pengaruh lintang yang ada di bumi. Medan gravitasi teoritis yang ditentukan lebih awal adalah medan gravitasi normal yang terletak pada bidang datum (ketinggian $z = 0$) sebagai titik referensi geodesi. Rumusan medan gravitasi normal pada bidang datum ini telah ditetapkan

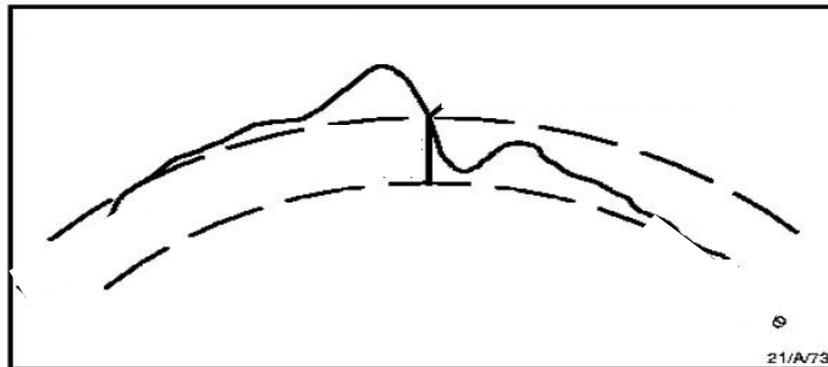
oleh *The International Association of Geodesy* (IAG) yang diberi nama *Geodetic Reference System 1980* (GRS80) sebagai fungsi lintang yaitu :

$$g = \emptyset 978032.700(1 + 0.0053024 \sin^2 \emptyset + 0.0000058 \sin^2 2\emptyset) \quad (3.4)$$

Dimana, \emptyset adalah lintang (Radian) pada titik pengukuran (Joenil,1990).

d. *Free Air Correction*

Koreksi udara bebas merupakan koreksi yang disebabkan karena pengaruh variasi ketinggian terhadap medan gravitasi bumi. Koreksi ini dilakukan untuk menarik bidang pengukuran (P) ke bidang datum yaitu bidang *geoid* (P_0).



Gambar 3.2 Koreksi udara bebas (Zhou dkk.,1990)

Perhitungan koreksi udara bebas (*free air correction*) dilakukan dengan cara (Rosid, 2005):

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (3.5)$$

$$dg = -2G \frac{M}{r^3} dr = -2 \frac{g}{r} dr \quad (3.6)$$

Jika pertambahan jari-jari dr dinyatakan dalam bentuk ketinggian di atas muka laut h , maka:

$$\frac{dg}{dr} = \frac{dg}{h} = -2 \frac{g}{r} \quad (3.7)$$

dimana g adalah besar nilai gravitasi absolut dan r adalah jari-jari bumi.

Dengan memasukkan nilai g dan r ke dalam persamaan (3.7), maka besar koreksi udara bebas adalah:

$$\delta g = -0,3086h \quad (3.8)$$

dimana h adalah ketinggian dalam pengukuran gravitasi. Koreksi udara bebas (*free air correction*) tidak memperhitungkan massa batuan yang terdapat di antara stasiun pengukuran dengan bidang *geoid*. Koreksi akan dijumlah jika titik pengukuran berada di atas *geoid*. Karena semakin tinggi h , maka g akan semakin kecil sehingga untuk menyamakan dengan bidang *geoid* koreksi harus ditambah. Dan juga sebaliknya, koreksi akan dikurang jika titik pengukuran berada di bawah *geoid*. Namun, pada umumnya koreksi ini dijumlah karena permukaan bumi berada di atas bidang *geoid*.

e. *Bouguer Correction*

Koreksi *Bouguer* memperhitungkan massa batuan yang terdapat di antara stasiun pengukuran dengan bidang *geoid*. Koreksi ini dilakukan dengan menghitung tarikan gravitasi yang disebabkan oleh batuan berupa *slab* dengan ketebalan H dan densitas rata-rata ρ

Koreksi ini dihitung dengan persamaan:

$$g_B = 2\pi G\rho h \quad (3.9)$$

dimana:

$$\Pi = 3,14$$

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ det}^{-2}$; ρ dalam gr/cm^3 ; dan h dalam meter, maka:

$$g_B = 0,04192\rho h \text{ mGal} \quad (3.10)$$

Tanda koreksi *Bouguer* berbanding terbalik dengan koreksi udara bebas. Pada koreksi *Bouguer*, jika titik pengukuran berada di atas bidang *geoid*, maka koreksi akan dikurang. Hal ini dikarenakan kandungan massa di atas bidang *geoid* membuat nilai g titik pengukuran lebih besar dari nilai g pada bidang *geoid*, sehingga untuk menarik titik pengukuran ke bidang *geoid* koreksi harus dikurang. Dan juga sebaliknya, jika titik pengukuran berada di bawah bidang *geoid*, koreksi akan ditambah.

3. Anomali Bouguer Lengkap

Anomali Bouguer merupakan perbedaan harga gravitasi bumi sebenarnya dengan harga gravitasi model bumi homogen teoritis di suatu datum referensi tertentu. Anomali dalam gaya gravitasi lokal yang disebabkan kepadatan batuan daripada topografi lokal, elevasi, atau lintang. Sebuah anomali positif, misalnya, umumnya menunjukkan batuan padat dan karena itu lebih besar pada atau di bawah permukaan. Sebuah anomali negatif menunjukkan bahan kurang masif. Perhitungan anomali Bouguer digunakan untuk mineral prospecting dan untuk memahami struktur di bawah permukaan bumi. Bouguer anomaly dinamai penemunya, matematikawan Perancis Pierre Bouguer, yang pertama kali diamati

itu pada tahun 1735. Anomali Bouguer dapat diukur dengan beberapa cara tergantung pada apakah kepadatan dan bentuk dataran antara titik pengukuran dan permukaan laut dihitung, diperkirakan, atau diabaikan. Rumus Anomali Bouguer :

$$ABL = Gobs - (g\emptyset - FAC + BC - TC) \quad (3.11)$$

Dimana ABL adalah Anomali Bouguer Lengkap (mGal), Gobs adalah nilai gaya berat observasi (mGal), $g\emptyset$ adalah koreksi lintang (mGal), FAC adalah koreksi udara bebas (mGal), BC adalah koreksi Bouguer (mGal), dan TC adalah koreksi medan (mGal).

B. 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 ditampilkan 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

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (3.12)$$

Dimana $j = \sqrt{-1}$

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

$$F(U) = \gamma \mu F\left(\frac{1}{r}\right) \text{ dan } F\left(\frac{1}{r}\right) = 2\pi \frac{e^{|k|(z_0-z_1)}}{|k|} \quad (3.13)$$

Dimana $z_1 > z_0, |k| \neq 0$, U adalah potensial gayaberat, μ adalah anomali rapat masa, γ adalah konstanta gayaberat dan r adalah jarak.

Percepatan gayaberat 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:

$$g_z = Gm \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (3.14)$$

$$F(g_z) = Gm F\left(\frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r}\right) \quad (3.15)$$

$$F(g_z) = Gm \frac{\partial}{\partial z} F\left(\frac{1}{r}\right) \quad (3.16)$$

Transformasi Fourier pada lintasan yang diinginkan adalah:

$$F(g_z) = 2\pi Gm e^{|k|(z_0-z_1)}, \quad z_1 > z_0 \quad (3.17)$$

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

$$A = C e^{|k|(z_0-z_1)} \quad (3.18)$$

Dimana A adalah amplitudo dan C adalah 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 spektral amplitudo

$$\ln A = \ln 2\pi G m e^{|k|(z_0 - z_1)} \quad (3.19)$$

$$\ln A = (z_0 - z_1)|k| + \ln C \quad (3.20)$$

Persamaan di atas dapat dianalogikan dalam persamaan garis lurus:

$$y = mx + c \quad (3.21)$$

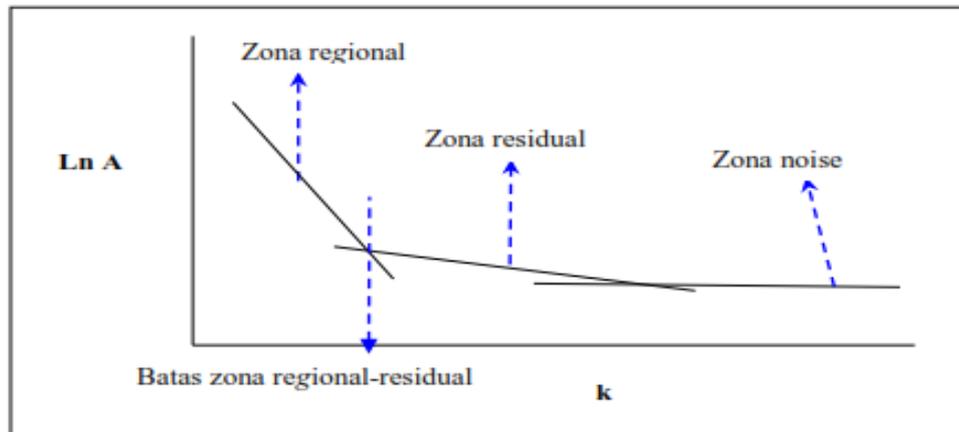
dimana $\ln A$ sebagai sumbu y , $|k|$ sebagai sumbu x , dan $(z_0 - z_1)$ sebagai kemiringan garis (gradien). Oleh karena itu, kemiringan garisnya merupakan kedalaman bidang dalam dan dangkal. $|k|$ sebagai sumbu x didefinisikan sebagai bilangan gelombang yang besarnya $\frac{2\pi}{\lambda}$ dan satuannya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

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{k_c \cdot \Delta x} \quad (3.22)$$

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

$$N = \frac{2\pi}{k_c \cdot \Delta x} \quad (3.23)$$

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



Gambar 3.3 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.

C. *Moving Average*

Penurunan dengan metode ini adalah secara tidak langsung karena keluaran dari *moving average* adalah regionalnya. Sehingga residual didapat dengan mengurangkan regionalnya terhadap anomali hasil pengukurannya (data ini sebagai input dalam prosesnya). Jika dianalisa dari spektrum nya, karakter dari teknik *moving average* sama dengan '*low pass filter*', sehingga output dari proses ini adalah frekuensi rendah dari anomali Bouguer yang memperlihatkan anomali regionalnya. Selanjutnya anomali residual dihasilkan dengan mengurangkan anomali regional terhadap anomali Bouguernya. Secara matematis persamaan *moving average* untuk 1 dimensi ditulis dalam persamaan :

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (3.24)$$

Dimana i adalah nomor stasiun, N adalah lebar jendela dan Δg_{reg} adalah besarnya anomali regional.

Setelah didapatkan Δg_{reg} , maka harga ΔT residual dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta g_{res} = \Delta g - \Delta g_{reg} \quad (3.25)$$

Dimana Δg_{res} adalah besarnya anomali residual dan Δg adalah besarnya anomali bouguer

Persamaan tersebut merupakan dasar dari metode ini, dari persamaan tersebut akan dapat dihitung nilai anomali regional pada sebuah titik penelitian. Dimana nilai anomali regional pada sebuah titik penelitian, sangat tergantung pada nilai anomali yang terdapat di sekitar titik penelitian. Sehingga nilai anomali regional pada sebuah titik merupakan hasil rata-rata dari nilai anomali-anomali di sekitar daerah penelitian (Purnomo dkk., 2013).

D. Second Vertical Derivative (SVD)

Metode ini digunakan untuk memunculkan sumber-sumber anomali yang bersifat dangkal/lokal. Metode ini sangat bagus untuk mengetahui diskontinuitas dari suatu struktur bawah permukaan, khususnya adanya patahan pada suatu daerah survey. Secara teoritis metode ini diturunkan dari persamaan Laplace untuk anomali gayaberat di permukaan yang persamaannya dapat ditulis:

$$\nabla^2 \Delta g = 0 \text{ dimana } \nabla^2 \Delta g = \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} \quad (3.26)$$

Sehingga persamaannya menjadi:

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = 0 \quad (3.27)$$

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial z^2} = - \left[\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial y^2} \right] \quad (3.28)$$

Persamaan SVD di atas menunjukkan bahwa *second vertical derivative* dari suatu anomali gayaberat permukaan adalah sama dengan negatif dari derivatif orde dua horizon. Artinya bahwa anomali *second vertical derivative* dapat melalui *derivative horizontal* yang secara praktis lebih mudah dikerjakan. Dapat diketahui pula 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. SVD bersifat sebagai *highpass filter*, sehingga dapat menggambarkan anomali residual yang berasosiasi dengan struktur dangkal yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis patahan turun atau patahan naik (Hartati, 2012).

Dalam penentuan nilai SVD maka digunakan turunan kedua atau dilakukan dengan persamaan :

$$SVD = \frac{g_{(i+1)} - 2g_{(i)} + g_{(i+1)}}{\Delta x^2} \quad (3.29)$$

SVD = Second Vertical Derivative

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan filter SVD hasil perhitungan Elkins (1951). Dalam penentuan patahan normal ataupun patahan naik, maka dapat dilihat pada harga mutlak nilai SVD_{\min} dan harga mutlak SVD_{\max} . Dalam penentuannya dapat dilihat pada ketentuan berikut:

$$|SVD|_{\min} < |SVD|_{\max} = \text{Patahan Normal}$$

$$|SVD|_{\min} > |SVD|_{\max} = \text{Patahan Naik}$$

$$|SVD|_{\min} = |SVD|_{\max} = \text{Patahan Mendatar}$$

Tabel 3.1 Operator Elkinsfilter 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
0.0	-0.0833	0.0000	-0.0833	0.0000

E. Forward Modelling

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 gaya berat. Prinsip umum pemodelan ini adalah meminimumkan selisih anomali pengamatan untuk mengurangi ambiguitas.

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. Pemodelan ke depan untuk menghitung efek gayaberat model benda bawah permukaan dengan penampang berbentuk sembarang yang dapat diwakili oleh suatu polygon berisi n dinyatakan sebagai integral garis sepanjang sisi-sisi poligon (Talwani dkk., 1969).

Pemodelan ke depan (*Forward Modelling*) merupakan proses perhitungan data dari hasil teori yang akan teramati di permukaan bumi jika parameter model diketahui. Pada saat melakukan interpretasi, dicari model yang menghasilkan respon yang cocok dan fit dengan data pengamatan atau data lapangan. Sehingga diharapkan kondisi model itu bisa mewakili atau mendekati keadaan sebenarnya. Seringkali istilah *forward modelling* digunakan untuk proses *trial and error*. *Trial and error* adalah proses coba-coba atau tebakan untuk memperoleh kesesuaian antara data teoritis dengan data lapangan. Diharapkan dari proses trial and error ini diperoleh model yang cocok responnya dengan data (Grandis, 2009).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

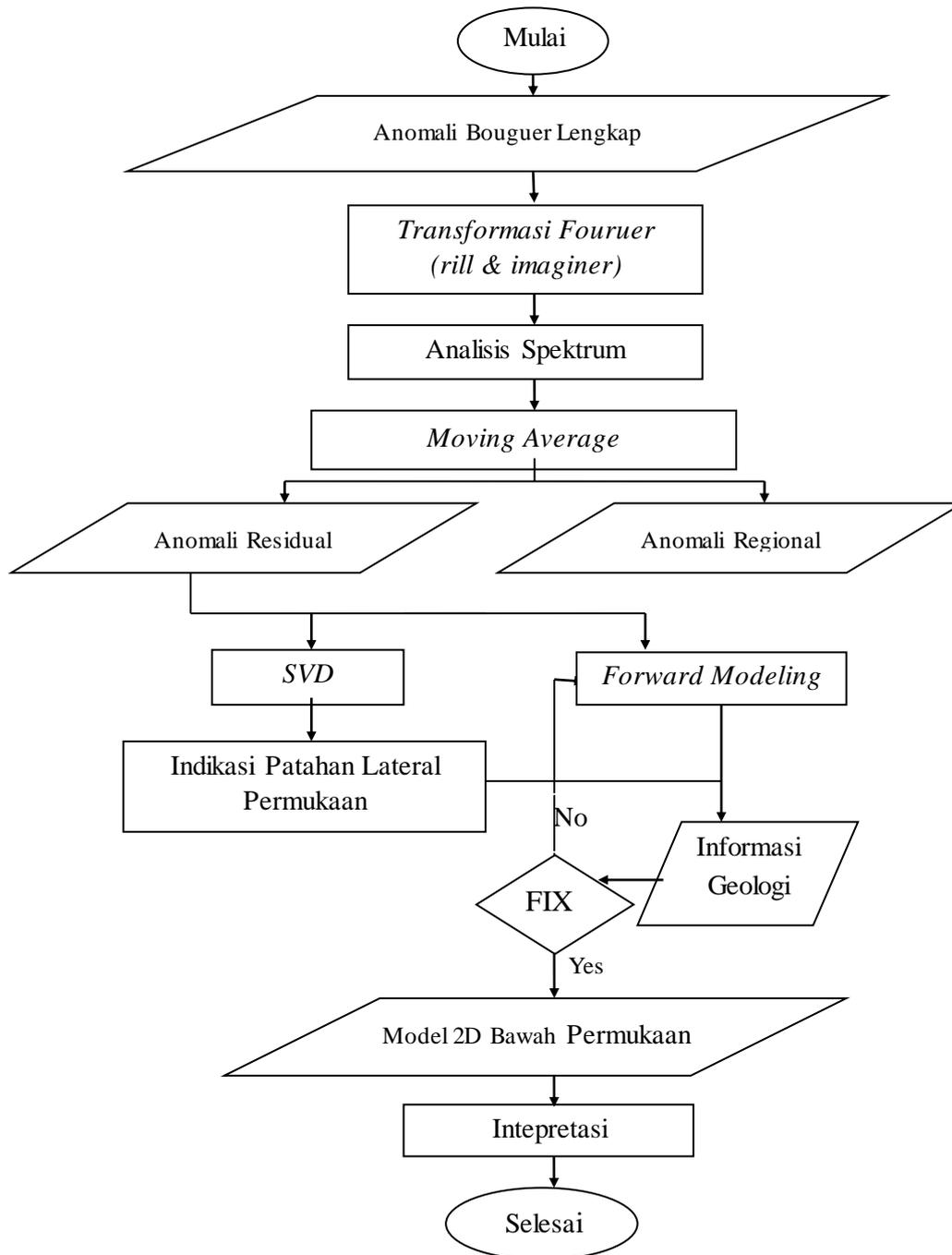
Penelitian ini dilakukan di Pusat Survey Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM yang beralamat Jl. Diponegoro No. 57, Gedung C, Bandung. Waktu penelitian ini April 2017 – Mei 2017

B. Alat dan Bahan

Adapun Alat dan Bahan yang membantu dalam penelitian ini adalah:

- Data Gayaberat
- Peta Geologi Lembar Wasior
- *Software Geosoft Version 6.4.2*
- *Software Numeri*
- *Software Global Mapper v.12*
- *Software Microsoft Word dan Excel 2007*

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

D. Pengolahan Data

1. Anomali Bouguer Lengkap

Data yang diolah pada penelitian ini adalah data sekunder yang terlebih dahulu telah dilakukan pengukuran di daerah Wasior, Papua Barat. Karena data yang dipakai adalah data sekunder maka tidak perlu dilakukan koreksi lagi sehingga data yang kita dapat adalah data anomali bouguer lengkap.

2. Analisis Spektral

Setelah didapatkan peta anomali bouguer lengkap (ABL), langkah selanjutnya adalah analisis spektral. Analisis spektral bertujuan untuk mengestimasi nilai kedalaman suatu anomali dan untuk mengetahui lebar jendela optimal yang akan digunakan untuk pemisahan anomali regional dan residual. Analisis spektral dilakukan dengan transformasi Fourier dari lintasan yang telah ditentukan. Untuk analisis spektral penulis membuat 4 lintasan pada peta ABL.

3. Pemisahan Anomali Regional dan Residual

Anomali bouguer adalah nilai anomali gayaberat yang dihasilkan dari adanya perbedaan densitas batuan atau hal lain pada daerah dangkal dan dalam di bawah permukaan bumi. Efek yang berasal dari batuan dangkal dari permukaan disebut anomali sisa atau anomali residual sementara anomali dalam disebut anomali regional. Karena hal tersebut maka kita harus melakukan pemisahan supaya objek yang kita cari dapat diidentifikasi lebih baik lagi. Proses pemisahan dilakukan dengan metode *moving average*. Pada proses pemisahan ini kita melakukannya dengan menggunakan lebar jendela sebesar 17x17, lebar jendela tersebut didapat dari proses analisis spektrum yang telah dilakukan sebelumnya

4. Analisis Derivative

Setelah Anomali residual dan regional dari *filtering moving average*, maka akan diketahui nilai anomali rendah memperlihatkan adanya batuan dengan kontras rapat massa batuan yang lebih rendah (batuan sedimen) yang kemungkinan sebagai cekungan sedimen pada daerah penelitian, sedangkan anomali tinggi mencerminkan adanya batuan dengan kontras rapat massa lebih tinggi (*basement high*) hal ini kemungkinan adalah tinggian yang membatasi sub cekungan satu dengan lainnya, untuk lebih menguatkan kedua hal tersebut penulis melakukan analisis *derivative* untuk sebaran patahan pada daerah penelitian, analisis *derivative* juga dilakukan untuk membantu dalam pembuatan model 2D, analisis *derivative* yang digunakan pada penelitian ini adalah turunan kedua anomali Bouguer atau *Second Vertical Derivative* (SVD). Pada peta kontur SVD dibuat berdasarkan prinsip dasar dan teknik perhitungan yang telah dijelaskan oleh Henderson & Zietz (1949), Elkins (1951), dan Rosenbach (1953).

5. Pemodelan Bawah Permukaan

Pemodelan bawah permukaan dalam penelitian ini penulis menggunakan dua metode, yaitu dengan metode *forward modeling* (2D) atau pemodelan ke depan yang dibantu dengan perangkat lunak *Geosoft*

Forward modeling dilakukan dengan cara menginput data jarak dan data anomali residual berdasarkan lintasan atau *slice* yang telah di tentukan pada perangkat lunak *Geosoft*. Penentuan lintasan dalam penelitian ini penulis menarik lintasan dengan melewati jalur perpotongan sesar. Dimulai dengan membuat *polygon* terlebih dahulu kemudian dibandingkan dengan anomali hasil pengukuran,

densitas yang sesuai dengan informasi geologi dijadikan *input* untuk *polygon* dan rata-rata kedalaman bidang diskontinuitas dangkal (residual) dan dalam (regional) yang telah diperoleh dari proses analisis spektral digunakan sebagai acuan atau *input* pada saat menentukan batas batuan dasar pada saat pemodelan, dari hasil pemodelan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat adalah:

1. Hasil analisis SVD slice 1 dimana nilai anomali maksimum lebih besar daripada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan turun (normal).

Hasil analisis SVD slice 2 dimana nilai anomali maksimum lebih kecil dari pada nilai anomali minimumnya, yang menunjukkan bahwa pada garis tersebut terdapat patahan dengan jenis patahan naik

2. Pemodelan pada lintasan 1 menunjukkan adanya 4 lapisan pada daerah penelitian yang diidentifikasi sebagai pada lapisan pertama didominasi oleh batuan gamping yang terdiri dari sisipan kapur, batu napal, batu gamping piritan serta mikrokristal. Lapisan selanjutnya diisi oleh batu pasir (Kue) yang terdiri dari batulumpur, serpih, batulanau., Sedangkan lapisan ketiga diidentifikasi sebagai lapisan batuapasil woniwogi (Jkw) yang terdiri dari lapisan tipis batulumpur dan serpih dekat bagian atas agak termalihkan di timur. Sedangkan lapisan terakhir berupa formasi Tipuma (Rjt) yang terdiri dari batuan serpih.

Pemodelan pada lintasan ini menunjukkan yang hampir sama pada lintasan 1 dikarenakan slice yang tidak begitu jauh antara slice 1 dan slice 2 yaitu adanya 4 lapisan pada daerah penelitian yang diidentifikasi sebagai pada lapisan pertama didominasi oleh batuan gamping yang terdiri dari sisipan kapur, batu napal, batu gamping piritan serta mikrokristal. Lapisan selanjutnya diisi oleh batu pasir (Kue) yang terdiri dari batulumpur, serpih, batulanau., Sedangkan lapisan ketiga diidentifikasi sebagai lapisan batuapir woniwogi (Jkw) yang terdiri dari lapisan tipis batulumpur dan serpih dekat bagian atas agak termalihkan di timur. Sedangkan lapisan terakhir berupa Formasi Tipuma (Rjt) yang terdiri dari batuan serpih.

B. Saran

Adapun saran yang coba diberikan oleh penulis adalah perlu dilakukan penelitian dengan data geofisika lain, untuk melihat korelasi antar metode dan mengetahui struktur-struktur dibawah permukaan dengan tepat agar interpretasi yang dilakukan akan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Biantoro, E. & A.Luthfi, 1999. *The Pre-Collision Basin Configuration in Bintuni Area, Irian Jaya: an Alternative Idea of Hydrocarbon Potential in Pre-Tertiary Sediments*. Proc. 28 Jakarta, 1, p. 17-32. Ann. Conc. Indon. Assoc. Geol (IAGI).
- Blakely, R.J. 1996. *Potensial Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Darman, H., dan Sidi, F.Hasan, 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta, hal 169 – 172.
- Diyanti, A. 2014. *Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Leuwidamar Berdasarkan Analisis Spektral Data Gaya Berat*. (Skripsi) Prodi Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Dow, D.B., Robinson, G. P., Hartono, dan U., Ratman, N., 1988. *Geology of Irian Jaya*. IAGMP dan PPPG.
- Dow, D.B., dan Sukanto, R. 1984. *Western Irian Jaya: the end-product of oblique plate convergence in the Late Tertiary*, Tectonophysics, 106, p.109-139
- Elkins, T.A. 1951. *The Second Derivative Method of Gravity Interpretation*. Geophysics, v.23, h.97-127.
- Grandis, H. 2009. *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia : Jakarta.
- Hartati, A. 2012. *Identifikasi Struktur Patahan Berdasarkan Analisa Derivative Metode Gayaberat Di Pulau Sulawesi*, Skripsi, Depok: Universitas Indonesia
- Henderson, R.G. dan Zietz, I. 1949. *The Computation of Second Vertical Derivative of Geomagnetic Fields*. Geophysics. Volume 14, 508-516

- Hobson D.M., Adnan A., dan Samuel L., 1997. *The Relationship between Late Tertiary Basins, Thrust Belt and Major Transcurrent Faults in Irian Jaya: Petroleum systems of SE Asia and Australasia*, Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, p. 261-284
- Joenil, K. 1990. *Pemanfaatan Anomali Gayaberat Dalam Penyelesaian Geodetic Boundary Value Problem*. Institut Teknologi Bandung
- Kadir, W.G.A. 2000. *Eksplorasi Gayaberat dan Magnetik*. Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, ITB.
- Parris, K., 1994. *Preliminary Geological Data Record Timika (3211) 1 : 250.000 Sheet Area*, Irian Jaya, Indonesia, PT. Freeport Indonesia DivisiEksplorasi
- Pigram, C.J., Robinson, G.P., dan Tobring, S.L., 1982. *Late Cainozoic Origin for the Bintuni Basin and Adjacent Lengguru Fold Belt, Irian Jaya*, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 11th Annual Convention, p. 109-126.
- Purnomo, J., Koesoema, S. dan Yudianto. M. 2013. Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode *Moving Average, Polynomial dan Inversion*. *Indonesian Journal of Applied Physics*. v.3. hal. 19.
- Robinson GP, Ratman N, dan Pieters PE. 1990. *Geologi Lembar Stenkool, Irian Jaya*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Departemen Pertambangan dan Energi.
- Rosid, S. 2005. *Lecture Notes : Gravity Method in Exploration Geophysics*. Depok Geofisika FMIPA UI
- Rosenbach, O. 1953. *A Contribution to The Computation of The Second Derivative From Gravity Data*. *Geophysics*, XVII, 894-911
- Sarkowi, M. 2008. *Metode Eksplorasi Gayaberat*. Diklat Kuliah. Bandar Lampung : Universitas Lampung
- Sapiie, B., 1998. *Strike-slip faulting, breccia formation and porphyry Cu-Au mineralization in the GunungBijih (Ertsberg) Mining District Irian Jaya Indonesia*, PhD Dissertation, The University of Texas at Austin.
- Telford, W.M., Goldrat, L.P., dan Sheriff, R.P. 1990. *Applied Geophysics 2nd ed*. Cambridge University Pres, Cambridge
- Talwani, M., J.L., Worzel, & Landisman, M. 1969. *Rapid Gravity Computations for Two-Dimensional Bodies with Application to the Mendocino Submaarine Fracture Zone*. *Journal of Geophysical Research*: Vol.64 No.1

Ufford, A.I.Q., 1996. *Stratigraphy, Structural Geology, and Tectonics of Young Forearc-Continent Collision, Western Central Range, Irian Jaya (western New Guinea)*, Indonesia, Austin, Universitas Texas.

Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Hague

Visser, W. dan Hermes, J., 1996. *Geological Results of the Exploration for Oil in the Netherlands New Guinea: Kononklijk Nederlands Geologisch Mijnbouk -undig. genoolschapVerhandelirgen, GeologischeSerie, 256 p*

Zhou X., Zhong B., and Li X. 1990. *Gravimetric Terrain Correction by Triangular-Element Method*. Geophysics Journal. Vol. 55. pp 232-23