

**ANALISIS AWAL PENDUGAAN STRUKTUR GEOLOGI  
REGIONAL DAERAH SULAWESI BARAT BERDASARKAN  
INTERPRETASI 2D DATA GAYABERAT**

**TUGAS AKHIR**

**oleh:**

**FEBRIAN HARI PRASETYO**

**0510930025-93**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2011**

**ANALISIS AWAL PENDUGAAN STRUKTUR GEOLOGI  
REGIONAL DAERAH SULAWESI BARAT BERDASARKAN  
INTERPRETASI 2D DATA GAYABERAT**

**TUGAS AKHIR**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

oleh:

**FEBRIAN HARI PRASETYO**

**0510930025**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS AWAL PENDUGAAN STRUKTUR GEOLOGI  
REGIONAL DAERAH SULAWESI BARAT BERDASARKAN  
INTERPRETASI 2D DATA GAYABERAT**

Oleh:

**FEBRIAN HARI PRASETYO**  
**0510930025-93**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang fisika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Adi Susilo, Ph.D**

**NIP. 19631227 199103 1 002**

**Ir. Wiyono**

**NIP. 19690425 199412 1 001**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Fisika**  
**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Adi Susilo, Ph.D.**

**NIP. 19631227 199103 1 002**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Febrian Hari Prasetyo  
NIM : 0510930025  
Jurusan : Fisika  
Penulis tugas Akhir berjudul : Analisis Awal Pendugaan Struktur Geologi Regional Daerah Sulawesi Barat Berdasarkan Interpretasi 2D Data Gayaberat

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka TA ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi TA saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, .....

Yang menyatakan,

(Febrian Hari Prasetyo)

NIM. 0510930025

# ANALISIS AWAL PENDUGAAN STRUKTUR GEOLOGI REGIONAL DAERAH SULAWESI BARAT BERDASARKAN INTERPRETASI 2D DATA GAYABERAT

## ABSTRAK

Di daerah Sulawesi Barat telah dilaksanakan penelitian Geofisika. Metode penelitian yang digunakan adalah interpretasi metode gayaberat untuk pendugaan awal dalam penentuan struktur geologi regional. Data yang diperoleh berupa anomali Bouguer, yang diproses menggunakan software Geofisika. Data tersebut akan dapat menunjukkan informasi geologi, densitas batuan, kedalaman batuan serta ketebalan batuan, sehingga dapat diketahui formasi batuan dan dominasi batuan yang membentuk daerah penelitian, sehingga struktur geologi regional dapat diperkirakan dari informasi-informasi tersebut. Dari struktur geologi regional tersebut kemudian digunakan untuk memperkirakan jebakan mineral pada daerah penelitian. Hasil ini diperoleh menggunakan data anomali Bouguer dari metode gayaberat yang dimodelkan secara 2D dan korelasi dengan peta geologi daerah penelitian. Hasil yang diperoleh untuk penelitian ini adalah penentuan formasi batuan daerah penelitian yang didominasi berupa formasi Lisu dan formasi Toraja, dengan nilai anomali Bouguer dari -25 mGal sampai 70 mGal.

**Kata Kunci :** metode gayaberat, struktur geologi regional, Sulawesi Barat

# AN EARLY ESTIMATION ANALYSIS OF REGIONAL GEOLOGY STRUCTURE IN WEST SULAWESI AREA USING 2D GRAVITY DATA INTERPRETATION

## ABSTRACT

In West Sulawesi area has been done a geophysical research. The research method that used are gravity method interpretation for early estimation in determining geological regional structure. The data that gained such as Bouguer anomaly, that processed by geophysical software. Those data can show geological information, rocks density, rocks depth and also rocks thickness, so the rocks formation and rocks dominaton that formed research area can be known and also geology structure regional can be estimated from those information. This geological information used to determining mineral traps in research area. This result gained by Bouguer anomaly data from gravity method that have been modelled by 2D and correlation with geological map of research area. The result that gained for this research are rocks formation estimation of research area, whereas dominated by Lisu formation dan Toraja formation, with number of Bouguer anomaly from -25 mGal until 70 mGal.

**Key Words** : gravity method, regional geology structure, West Sulawesi

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh...

Alhamdulillahirobbil'alamin... Segala puja dan puji selalu dipanjatkan kehadirat ALLAH 'azza wa jalla, tak ada Tuhan yang berhak disembah dengan benar melainkan Dia. Dialah ALLAH yang berkuasa atas segala sesuatu. Dan dengan kuasa-Nya pula, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dengan ini pula, perkenankanlah penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang secara langsung ataupun tidak telah membantu pengerjaan Tugas Akhir ini, karena seseorang belum dikatakan bersyukur kepada Allah apabila dia belum berterima kasih kepada manusia. Ucapan terima kasih penulis ini ditujukan khususnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan banyak pelajaran hidup, iringan doa, biaya, kepercayaan, dan amanah kepada Penulis sampai saat ini.
2. Bapak Adi Susilo selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Jurusan Fisika, Universitas Brawijaya, atas inspirasi dan bantuannya selama ini.
3. Bapak Wiyono selaku Dosen Pembimbing II, yang selalu menyempatkan waktunya untuk memberikan ilmu pada penulis.
4. Bapak Sunaryo selaku Dosen Pembimbing Akademik untuk motivasinya.
5. Mas Aul, Mas Andri, Mas Agus, dan Mas Budi, di GEC serta Mas tomo dan Mas joko di GDA atas ilmu berharganya.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Fisika.
7. Seluruh teman Fisika, Universitas Brawijaya, khususnya teman seangkatan 2005, bersama kalian adalah sebuah kehormatan.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Penulis pun menyadari bahwa tentunya masih ada kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Semoga penelitian ini diberikan berkah hingga banyak memberikan manfaat pada kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuhu.

Malang, .....

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                                | I       |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                           | Ii      |
| HALAMAN PERNYATAAN.....                           | Iii     |
| ABSTRAK .....                                     | Iv      |
| ABSTRACT .....                                    | V       |
| KATA PENGANTAR .....                              | Vi      |
| DAFTAR ISI .....                                  | Viii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                               | Xi      |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                             | Xiii    |
| <br>  |         |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                          |         |
| 1.1. Latar Belakang .....                         | 1       |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                        | 2       |
| 1.3. Batasan Masalah .....                        | 2       |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                      | 3       |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                     | 3       |
| <br>  |         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                    |         |
| 2.1. Teori Medan Gravitasi .....                  | 5       |
| 2.1.1 Metode Gravitasi .....                      | 5       |
| 2.1.2 Potensial Gravitasi Distribusi Massa .....  | 6       |
| 2.1.3 Percepatan Gravitasi .....                  | 6       |
| 2.1.4 Pengukuran Gravitasi .....                  | 7       |
| 2.1.5 Rapat Massa .....                           | 7       |
| 2.1.6 Perubahan Nilai gayaberat .....             | 8       |
| 2.1.7 Gravitasi Teoritis (Gravitasi Normal) ..... | 8       |
| 2.2. Koreksi Awal .....                           | 8       |
| 2.2.1 Konversi Skala Pembacaan .....              | 8       |
| 2.2.2 Koreksi Tidal .....                         | 9       |
| 2.2.3 Koreksi Drift .....                         | 9       |
| 2.3. Perhitungan Anomali Bouguer .....            | 10      |
| 2.3.1 Koreksi Lintang .....                       | 10      |
| 2.3.2 Koreksi Udara Bebas .....                   | 10      |
| 2.3.3 Koreksi Medan .....                         | 11      |
| 2.3.4 Koreksi Bouguer .....                       | 13      |
| 2.4 Reduksi Hasil Pengukuran Gravitasi.....       | 13      |

|   |    |
|---|----|
| 2.5 Anomali Bouguer .....                                       | 14 |
| 2.6 Tentang Peta .....  | 14 |
| 2.6.1 Sekilas Mengenai Peta .....                               | 14 |
| 2.6.2 Skala Peta .....  | 15 |
| 2.6.3 Proyeksi <i>Universal Transverse Mercator</i> (UTM) ..... | 15 |
| 2.6.4 Proyeksi <i>Transverse Mercator 3°</i> (TM-3°) .....      | 16 |
| 2.7 Tentang Daerah Penelitian .....                             | 17 |
| 2.7.1 Struktur Geologi Sulawesi Barat .....                     | 17 |
| 2.7.2 Stratigrafi Geologi Regional Sulawesi Barat .....         | 19 |
| 2.8 Sesar / Patahan .....                                       | 23 |

### BAB III METODE PENELITIAN

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                 | 25 |
| 3.2 Bentuk Penelitian .....                           | 25 |
| 3.3 Data Penelitian .....                             | 26 |
| 3.4 Peralatan Penelitian .....                        | 26 |
| 3.5 Pengolahan Data Awal .....                        | 26 |
| 3.6 Pengolahan Data .....                             | 27 |
| 3.6.1 Pengolahan Data Dengan Hitungan Matematis ..... | 27 |
| 3.6.2 Pengolahan Data Dengan <i>Software</i> .....    | 27 |
| 3.7 Interpretasi Data .....                           | 29 |

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Pengolahan Data Awal .....  | 31 |
| 4.1.1 Tentang UTM ( <i>Universal Transverse Mercator</i> )<br>Daerah Penelitian ..... | 31 |
| 4.1.2 Konversi Skala Pembacaan .....  | 32 |
| 4.1.3 Koreksi Tidal (Pasang Surut).....   | 33 |
| 4.1.4 Koreksi Drift .....   | 33 |
| 4.1.5 Nilai Gayaberat Observasi ( $G_{obs}$ ) .....                                   | 34 |
| 4.2 Pengolahan Data Lanjutan .....  | 34 |
| 4.2.1 Koreksi Gravitasi Teoritis ( $G_{Normal}$ ) .....                               | 35 |
| 4.2.2 Koreksi Udara Bebas (FAC/ <i>Free Air Correction</i> ) .....                    | 39 |
| 4.2.3 Koreksi Bouguer .....   | 40 |
| 4.2.4 Koreksi Medan ( <i>Terrain Correction</i> ) .....                               | 41 |
| 4.2.5 Anomali Bouguer Lengkap .....   | 43 |
| 4.2.6 Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Sisa .....                               | 44 |
| 4.3 Interpretasi .....  | 45 |
| 4.3.1 Interpretasi Kualitatif .....   |    |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3.2 Interpretasi Kuantitatif .....  | 48        |
| 4.3.2.1 Interpretasi Kuantitatif Penampang Anomali<br>Gayaberat Lintasan AB ..... | 49        |
| 4.3.2.2 Interpretasi Kuantitatif Penampang Anomali<br>Gayaberat Lintasan CD ..... | 52        |
| 4.4 Stuktur Regional Daerah Penelitian Berdasarkan<br>Model 2D .....              | 55        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>   |           |
| 5.1. Kesimpulan .....   | 59        |
| 5.2. Saran .....  | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>61</b> |
| <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>  | <b>63</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|             |  | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Gambar 2.1  | Topografi Dengan Ketinggian h dan Geoid  | 10      |
| Gambar 2.2  | Hammer Chart .....   | 12      |
| Gambar 2.3  | Efek Terrain Dari Bukit atau Lembah Disekitar Titik Pengamatan .....                                       | 12      |
| Gambar 2.4  | Peta Geologi Daerah Sulawesi Barat .....   | 22      |
| Gambar 2.5  | Jenis Patahan Secara Umum .....  | 23      |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Pengolahan Data .....   | 28      |
| Gambar 3,2  | Diagram Alir Pemodelan 2D .....  | 30      |
| Gambar 4.1  | Kontur koreksi tidal. Interval kontur 0,1 mGal .....   | 32      |
| Gambar 4.2  | Kontur Anomali Gravitasi Observasi. Interval Kontur 5 mGal .....   | 34      |
| Gambar 4.3  | Kontur Anomali Gravitasi Normal. Interval Kontur 0,1 mGal .....  | 36      |
| Gambar 4.4  | Kontur Koreksi Udara Bebas. Interval Kontur 1 mGal .....   | 37      |
| Gambar 4.5  | Kontur koreksi udara bebas. Interval 1 mGal. dikorelasikan dengan kontur ketinggian. Interval 2 mGal ..... | 38      |
| Gambar 4.6  | Kontir koreksi Bouguer. Interval kontur 0,04 mGal .....  | 40      |
| Gambar 4.7  | Kontur koreksi <i>terrain</i> . Interval kontur 0,02 mGal .....  | 41      |
| Gambar 4.8  | Kontur anomali Bouguer lengkap. Interval kontur 5 mGal .....   | 42      |
| Gambar 4.9  | Kontur anomali sisa. Interval kontur 5 mGal .....  | 44      |
| Gambar 4.10 | Korelasi peta geologi dengan kontur anomali Bouguer .....  | 46      |
| Gambar 4.11 | Korelasi peta geologi dengan kontur anomali sisa .....   | 46      |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.12 | Lintasan pengukuran 1 .....                          | 49 |
| Gambar 4.13 | Model 2D <i>cross section</i> lintasan 1 .....       | 50 |
| Gambar 4.14 | Lintasan pengukuran 2 dan 3 .....                    | 52 |
| Gambar 4.15 | Model 2D <i>cross section</i> lintasan 2 dan 3 ..... | 52 |
| Gambar 4.16 | Geologi Struktur pulau Sulawesi .....                | 55 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR LAMPIRAN

| LAMPIRAN 1   | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1.1 Data Pengukuran Lintasan 1 Daerah Sulawesi Barat .....           | 63      |
| Tabel 1.1.1 Data Konversi Awal .....                                       | 63      |
| Tabel 1.1.2 Data Koreksi Gravitasi .....                                   | 63      |
| Tabel 1.1.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer .....                 | 64      |
| Tabel 1.2 Data Pengukuran Lintasan 2 Daerah Sulawesi Barat .....           | 64      |
| Tabel 1.2.1 Data Konversi Awal .....                                       | 64      |
| Tabel 1.2.2 Data Koreksi Gravitasi .....                                   | 65      |
| Tabel 1.2.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer .....                 | 65      |
| Tabel 1.3 Data Pengukuran Lintasan 3 Daerah Sulawesi Barat .....           | 66      |
| Tabel 1.3.1 Data Konversi Awal .....                                       | 66      |
| Tabel 1.3.2 Data Koreksi Gravitasi .....                                   | 66      |
| Tabel 1.3.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer .....                 | 67      |
| LAMPIRAN 2   |         |
| Tabel 2.1 Densitas Bulk untuk Batuan dan Mineral .....                     | 68      |
| Tabel 2.2 Nilai Densitas Batuan .....                                      | 69      |
| LAMPIRAN 3   |         |
| Tabel 3.1 Konversi ke Satuan mGal Gravitimeter Tipe G-1053 .....           | 70      |
| LAMPIRAN 4   |         |
| Kontur Anomali Bouguer dan Anomali Sisa .....                              | 72      |
| LAMPIRAN 5   |         |
| Pembagian Zona UTM Dunia .....   | 74      |
| Pembagian Zona UTM dan TM-3° di Indonesia .....                            | 75      |
| Tabel 5.1 Daftar Zona Proyeksi UTM dan TM-3° untuk Wilayah Indonesia ..... | 77      |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, maka kemudahan teknologi khususnya dalam bidang Geofisika memberikan manusia beragam kesempatan untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi segala kekayaan alam yang begitu berlimpah. Kemajuan tersebut juga terjadi dalam dunia eksplorasi, perkembangan teknologi yang begitu pesat mempermudah laju informasi yang akan semakin mudah untuk diperoleh dari satu pihak ke pihak yang lain dan juga untuk khalayak pada umumnya.

Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan menggunakan parameter-parameter fisika. Dengan obyek pengamatan adalah bawah permukaan bumi. Metode fisika yang digunakan meliputi seismik, gravitasi, dan magnetik. Penggunaan parameter-parameter tersebut tergantung pada obyek penelitian.

Metode gravitasi dalam ilmu Geofisika merupakan suatu metode penyelidikan yang berdasarkan pada perbedaan medan gayaberat akibat adanya perbedaan rapat massa batuan penyusun bawah permukaan bumi. Besaran fisis yang diukur dalam metode gravitasi adalah percepatan gravitasi bumi. Metode gravitasi merupakan metode yang bersifat pasif, karena data pengukuran bisa didapatkan secara langsung dari pengukuran di lapangan tanpa harus memberikan sumber energi masukan pada bumi. Metode gravitasi memiliki kelebihan yaitu digunakan sebagai survey pendahuluan karena dapat memberikan informasi yang cukup detail tentang struktur geologi bawah permukaan dan biaya yang diperlukan sangat ringan. Pada mulanya eksplorasi dengan metode gravitasi digunakan untuk mencari struktur geologi, adanya patahan, dan perkiraan jebakan mineral/antiklin. Namun pada saat ini metode gravitasi juga digunakan dalam eksplorasi minyak, gas bumi dan mineral biasanya digunakan untuk penelitian awal untuk penelitian lebih lanjut.

Pentingnya metode gayaberat dalam penelitian ini, yaitu dalam pendugaan awal untuk mengetahui struktur bawah permukaan dimana terdapat suatu anomali pada batuan yang nilainya lebih besar dari pada anomali batuan di daerah sekitarnya pada daerah penelitian, sehingga mutlak menggunakan metode gayaberat.

Selain itu penggunaan metode ini menjadi penting karena pada daerah penelitian (Sulawesi Barat) masih dilakukan studi awal untuk mengkarakterisasi stuktur geologi regional dimana diperkirakan di daerah tersebut terdapat jebakan mineral.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka sasaran yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana memperoleh anomali Bouguer daerah penelitian dengan pengolahan data gravitasi yang lengkap berdasarkan penggunaan metode gayaberat.
- b. Bagaimana pengidentifikasian awal dalam pendugaan struktur geologi regional daerah penelitian.
- c. Bagaimana mendapatkan struktur bawah permukaan (*sub-surface*) 2D di daerah penelitian.

## **1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui anomali percepatan gravitasi didaerah penelitian. Batasan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Metode geofisika yang digunakan adalah metode gravitasi, dengan menggunakan instrumen akuisisi data berupa gravitimeter.
- b. Software yang digunakan adalah GeoCalc, Surfer 8, Grav2dc, Mapinfo, MagPick, Matlab, Microsoft Excel, dan Corel Draw.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Untuk memperoleh anomali Bouguer daerah penelitian dengan pengolahan data gravitasi yang lengkap.
- b. Untuk memperkirakan struktur bawah permukaan (*sub-surface*) di daerah penelitian.
- c. Untuk identifikasi awal dalam pendugaan struktur geologi regional 2D daerah penelitian.



### 1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian nantinya diharapkan agar dapat bermanfaat bagi instansi, mahasiswa dan publik yaitu sebagai tambahan informasi atau pengetahuan yang berhubungan dengan :

- a. Pengetahuan tentang geologi daerah penelitian.
- b. Pemahaman tentang proses pengolahan data dan interpretasi data yang komprehensif dan mendapatkan hasil anomali Bouguer pada daerah penelitian.
- c. Penerapan salah satu metode Geofisika dalam mengkarakterisasi struktur geologi regional pada daerah penelitian.



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(halaman ini sengaja dikosongkan)



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Medan Gravitasi

Teori medan gravitasi didasarkan pada hukum Newton tentang medan gravitasi universal. Hukum medan gravitasi Newton (*Universal Law of Gravitation*) yang menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua buah benda adalah sebanding dengan massa kedua benda tersebut dan berbanding terbalik dengan jarak kuadrat antara pusat massa kedua benda tersebut (Kirbani, 2001). Hukum umum gravitasi Newton adalah sebagai berikut :

$$\vec{F} = G \frac{Mm}{R^2} \hat{r} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Dimana :  $\vec{F}$  = gaya dengan vektor tertentu (Newton(Kgm/s<sup>2</sup>))  
 $G$  = konstanta gravitasi bumi (6,67 x 10<sup>-11</sup> Nm<sup>2</sup>/Kg<sup>2</sup>)  
 $M$  = massa bumi (Kg)  
 $m$  = massa benda (Kg)  
 $R$  = jarak antara kedua titik pusat massa (m)  
 $\hat{r}$  = vektor satuan dari jarak

Hukum Newton berikutnya adalah mengenai gerak. Hukum ini menyatakan bahwa gaya adalah perkalian antara massa dengan percepatan. Hukum kedua Newton mengenai gerak :

$$\vec{F} = m \vec{g} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Dimana :  $\vec{F}$  = gaya (Newton(Kgm/s<sup>2</sup>))  
 $m$  = massa benda (Kg)  
 $\vec{g}$  = gaya percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Kemudian dari persamaan diatas didapatkan,

$$\vec{g} = G \frac{M}{R^2} \hat{r} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :  $\vec{g}$  = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s<sup>2</sup>)  
 $G$  = konstanta gravitasi bumi (6,67 x 10<sup>-11</sup> Nm<sup>2</sup>/Kg<sup>2</sup>)  
 $M$  = massa bumi (Kg)  
 $R$  = jarak antara kedua titik pusat massa (m)  
 $\hat{r}$  = vektor satuan dari jarak  
(Kirbani, 2001)

**2.1.1 Metode Gravitasi**

Metode gravitasi merupakan metode penyelidikan dalam geofisika yang didasarkan pada variasi medan gravitasi di permukaan bumi. Dalam metode ini yang dipelajari adalah variasi medan gravitasi akibat variasi rapat massa batuan di bawah permukaan (Kirbani, 2001).

Dalam metode gravitasi, pengukuran dilakukan terhadap nilai komponen vertikal dari percepatan gravitasi di suatu tempat. Kenyataannya bumi tidak bulat dan homogen isotropis sehingga terdapat variasi nilai percepatan gravitasi untuk masing-masing tempat.

**2.1.2 Potensial Gravitasi Distribusi Massa**

Pada potensial gravitasi berlaku prinsip superposisi yaitu: Potensial gravitasi dari sekumpulan massa merupakan penjumlahan dari masing-masing massa. Pada distribusi massa yang kontinyu adalah sekumpulan massa yang sangat kecil dan banyak. (Blakely, 1995)

**2.1.3 Percepatan Gravitasi**

Gaya persatuan muatan di sembarang titik dengan jarak  $r$  dari  $M$  didefinisikan sebagai kuat medan gayaberat  $M$ .  $M$  adalah massa bumi, maka kuat medan gayaberat bumi sering disebut dengan percepatan gravitasi bumi, dengan rumus:

$$\vec{g} = G \frac{M}{R^2} \hat{r} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :  $\vec{g}$  = percepatan gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )  
 $G$  = konstanta gravitasi bumi ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ )  
 $M$  = massa bumi (Kg)  
 $R$  = jarak antara kedua titik pusat massa (m)  
 $\hat{r}$  = vektor satuan dari jarak

(Kirbani, 2001)

Fakta bahwa bumi tidak bulat, tidak homogen dan tidak isotropis ditunjukkan adanya percepatan gayaberat yang bervariasi untuk masing-masing tempat di bumi. Faktor yang menyebabkan variasi ini antara lain, perbedaan ketinggian, perbedaan rapat massa batuan pembentuk litosfer, perbedaan posisi geodetis dan juga perbedaan posisi bulan terhadap bumi. Beberapa hal di atas menjadikan beberapa koreksi untuk pengukuran gayaberat di lapangan (Kirbani, 2001).

#### 2.1.4 Pengukuran Gravitasi

Pengukuran gravitasi terbagi menjadi pengukuran absolut dan pengukuran relatif. Pengukuran absolut gravitasi adalah mengukur nilai gravitasi absolut disuatu titik di permukaan bumi, yaitu dengan menentukan percepatan dari gerakan jatuh bebas. Pengukuran gravitasi relatif adalah mengukur nilai gravitasi diantara dua titik pengamatan.

Pengukuran gravitasi dimaksudkan untuk mengetahui harga gravitasi suatu titik pengamatan yang relatif terhadap suatu titik acuan tertentu. Dengan demikian apabila dilakukan suatu survey gravitasi, harga gravitasi titik-titik pengamatan di daerah survey tersebut akan dapat diperoleh dengan mengukur titik-titik pengamatan tersebut dengan menggunakan titik acuan yang telah diukur sebagai acuan pengukuran (Untoro, 2005).

#### 2.1.5 Rapat Massa

Rapat massa yang didefinisikan dengan  $\rho$  merupakan perbandingan massa terhadap volume suatu benda. Suatu batuan dengan pori-pori yang terisi oleh fluida dapat diberikan sebagai rapat massa dengan  $n$  komponen. Fraksi dan rapat massa fraksi masing-masing  $V_i$  dan  $\rho_i$  dapat dinyatakan dengan persamaan;

$$\rho = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V} \rho_i r \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :  $\rho$  = rapat massa ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $V$  = volume benda ( $\text{m}^3$ )  
 $r$  = jarak benda (m)

Apabila fraksi disederhanakan menjadi tiga bagian yaitu fraksi matriks padat dengan prioritas tertentu, fraksi liquid dan fraksi gas, maka persamaan di atas menjadi :

$$\rho = \frac{V_m}{V} \rho_m + \frac{V_f}{V} \rho_f + \frac{V_g}{V} \rho_g \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :  $\rho_m, \rho_f, \rho_g$  = rapat massa material matriks, rapat massa fluida dan rapat massa gas ( $\text{Kg/m}^3$ )  
 $V$  = volume benda ( $\text{m}^3$ )

(Kadir,1999)

**2.1.6 Perubahan Nilai Gayaberat**

Bumi selalu mengalami dinamika perubahan massa bawah permukaan yang disebabkan oleh faktor alamiah maupun buatan manusia. Nilai gravitasi dipengaruhi oleh distribusi massa pada jarak tertentu di bawah titik ukur, sehingga apabila terjadi perubahan distribusi massa ataupun pengurangan jumlah massa dan jarak, akan menyebabkan perubahan nilai gravitasi (Kadir, 1999 ).

**2.1.7 Gravitasi Teoritis (Gravitasi Normal)**

Gravitasi normal adalah gravitasi teoritis pada permukaan laut rata-rata (MSL) yang merupakan fungsi dari lintang geografi. Harga gravitasi normal telah banyak dirumuskan berdasarkan konstanta-konstanta yang diperhitungkan. Di tahun 1967 *Geodetic Reference System* menentukan rumusan IGF 1967:

$$g_n = 9,78031846(1+0,0053024\sin^2\theta-0,0000058\sin^22\theta) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :  $g_n$  = gravitasi normal (mGal)

(Hadipandoyo, 2004)

## 2.2 Koreksi Awal

### 2.2.1 Konversi Skala Pembacaan

Harga pembacaan alat gravimeter yang diperoleh dalam suatu pengukuran adalah dalam besaran skala, yang harus dikonversikan ke harga satuan percepatan gravitasi (mGal). Konversi pembacaan ini dilakukan untuk seluruh pembacaan yang diperoleh dalam pengukuran-pengukuran yang dilakukan, selanjutnya harga pengukuran yang akan diperoleh nantinya sudah dalam satuan mGal.

$$mGal = \{[(bacaan - counter) \times faktor interval] + mGal\} \quad (2.8)$$

(Kurniati dkk, 2008)

### 2.2.2 Koreksi Tidal

Penarikan massa bumi, bulan dan matahari dalam peredarannya mengelilingi bumi mempengaruhi percepatan gaya berat. Hal ini juga akan mempengaruhi pula gaya gravitasi bumi. Besarnya pengaruh pasang surut ini berkisar antara -0.10 s.d 0.15 mGal, tergantung dari posisi bumi, bulan dan matahari. Harga maksimum akan tercapai bila posisi bumi, bulan dan matahari dalam satu garis, dan akan mencapai minimum bila bulan, bumi dan matahari berada dalam satu garis (Hadipandoyo, 2004).

### 2.2.3 Koreksi Drift

Pengukuran gravitasi yang dilakukan di suatu tempat, yang kemudian diulang lagi pengukuran, secara teoritis harusnya akan tetap atau konstan. Pada kenyataannya, hal ini selalu diperoleh harga pembacaan yang berbeda, mengingat adanya pengaruh pasang surut diatas. Perbedaan ini, disamping dipengaruhi oleh kondisi pasang surut juga disebabkan karena pengaruh mekanisme alat, terutama akibat guncangan selama transportasi.

Pembacaan gravitasi pertama di titik awal dengan pembacaan kedua di titik yang sama ini akan terdapat perbedaan, dan perbedaan ini harus dihilangkan, yang selanjutnya disebut sebagai koreksi drift.

$$Drift_{station} = \frac{G_{A2} - G_{A1}}{T_{A2} - T_{A1}} \times (T_{station} - T_{A1}) \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :  $Drift_{station}$  : Besarnya drift dititik pengamatan  
 $T_{station}$  : Waktu pembacaan dititik pengamatan (detik)  
 $G_{A1}$  dan  $G_{A2}$  : Pembacaan gravitasi ke-1 dan ke-2 dititik A (mGal)  
 $T_{A1}$  dan  $T_{A2}$  : Waktu pembacaan ke-1 dan ke-2 dititik A (detik)

Dengan catatan bahwa harga pembacaan dititik-titik diatas telah dikoreksi dengan koreksi tidal (Hadipandoyo, 2004).

### 2.3 Perhitungan Anomali Bouguer

Untuk memperoleh nilai Anomali Bouguer terdapat beberapa tahapan, antara lain dengan menghitung : koreksi lintang (gravitasi normal), koreksi udara bebas (*Free Air Correction/FAC*), koreksi medan (*Terrain Correction*), dan koreksi Bouguer.

#### 2.3.1 Koreksi Lintang (Gravitasi Normal)

Harga gravitasi normal adalah harga gravitasi teoritis suatu titik di permukaan bumi pada permukaan laut rata-rata ( $MSL=Mean\ Sea\ Level$ ) yang merupakan fungsi dari lintang geografi. Harga gravitasi normal telah banyak dirumuskan berdasarkan konstanta-konstanta yang diperhitungkan. Di tahun 1967 *Geodetic Reference System* menentukan rumusan IGSN 1967:

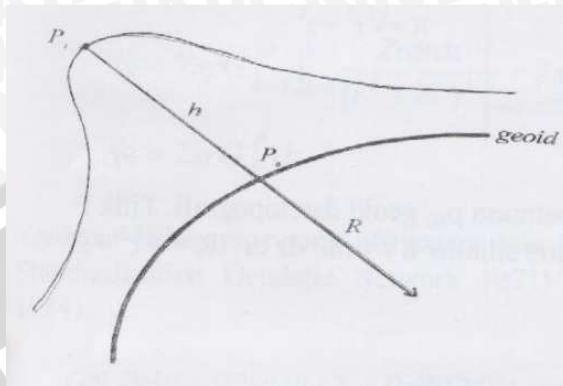
$$g_n = 9,78031846(1 + 0,0053024\sin^2\theta - 0,0000058\sin^22\theta) \dots (2.10)$$

Dimana :  $g_n$  = gravitasi normal (mGal)  
 (Hadipandoyo, 2004)

#### 2.3.2 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction/FAC*)

Dasar dari koreksi ini adalah bahwa diperlukannya kompensasi bagi berkurangnya nilai gravitasi, yang disebabkan karena jaraknya yang semakin jauh dari Geoid, seperti gambar berikut :





(2.11)

Gambar 2.1. Topografi dengan ketinggian  $h$  dan geoid

Dengan rumus koreksi udara bebas:

$$FAC = 0,3086 \times h \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :  $FAC = Free\ Air\ Correction$ /koreksi udara bebas (mGal/m)  
 $h =$  ketinggian (m)

Untuk hasil pengukuran gravitasi di laut dapat langsung dibandingkan dengan nilai gravitasi normal ( $g_n$ ) karena bidang geoid bersesuaian dengan permukaan laut. Pengukuran gravitasi di daratan harus dikenakan koreksi akibat ketinggian tempat yang berada di bawah atau di atas permukaan laut (Blakely, 1995).

### 2.3.3 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Kondisi topografi disekitar titik pengamatan kadang-kadang tidak beraturan, seperti adanya lembah atau bukit yang juga mempengaruhi percepatan gravitasi dititik pengamatan. Adanya bukit akan mempunyai gaya gravitasi tersendiri yang efeknya memperkecil percepatan gravitasi. Secara topografi dianggap dapat diambil bentuk silindris konsentris yang terbagi menjadi atas zona-zona dengan ketinggian yang berbeda-beda, dan ditulis dalam bentuk rumus (Hadipandoyo, 2004) :

$$TC = 2\pi\gamma\rho \left[ R_2 - R_1 + \sqrt{(R_1^2 + \Delta h^2)} - \sqrt{(R_2^2 + \Delta h^2)} \right] \dots\dots\dots (2.13)$$

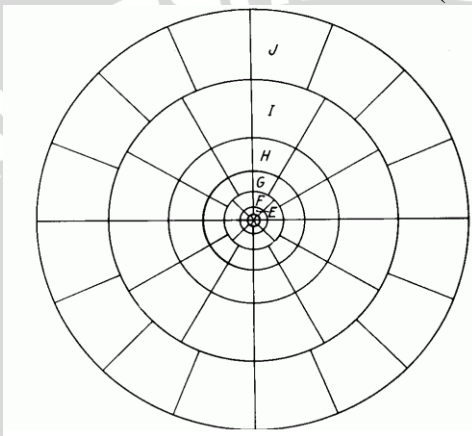
Dimana :  $2\pi\gamma\rho$  = konstanta

$R_1$  = radius bagian dalam dalam suatu zona

$R_2$  = radius bagian luar dalam suatu zona

$\Delta h$  = beda ketinggian dari titik pengamatan

(Hadipandoyo, 2004)

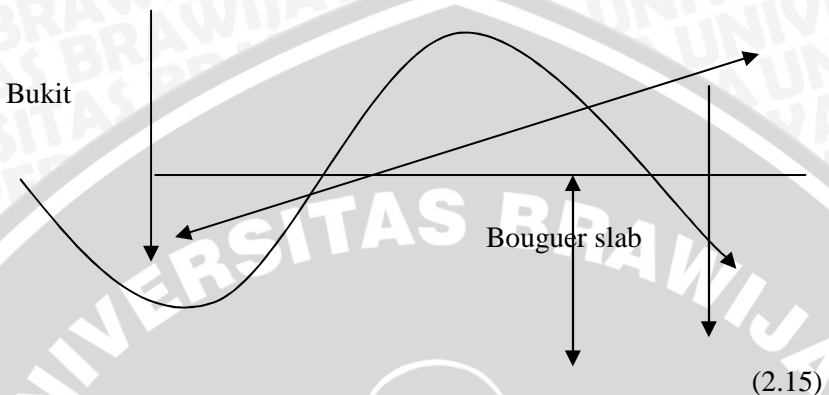


(2.14)

Gambar 2.2 Hammer Chart (Hadipandoyo, 2004)

Kartu Hammer yang digunakan, digambar pada kertas transparan dengan skala yang sesuai. Cara menggunakan kartu hammer adalah dengan meletakkan titik pusat lingkaran pada titik amat yang dikoreksi dan dihitung harga rata-rata dari kontur-kontur ketinggian yang dilingkupi tiap sektor, kemudian harga rata-rata ketinggian dari tiap sektor tersebut dikurangkan dengan ketinggian titik amat, sehingga diperoleh harga z (Hadpandoyo, 2004).

Secara sederhana efek terrain dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3 Efek terrain dari bukit atau lembah disekitar titik pengamatan (Hadipandoyo, 2004)

### 2.3.4 Koreksi Bouguer

Koreksi Bouguer menghitung kelebihan tarikan gravitasi yang disebabkan oleh ketebalan batuan tertentu dengan densitas batuan rata-rata  $\rho$  gr/cm<sup>3</sup>. Tarikan gravitasi ini terukur oleh gravimeter (Untoro, 2005). Besarnya koreksi Bouguer adalah :

$$BC = 0,04193 \rho h \text{ mgal/m atau} \\ = 0,01237 \rho h \text{ mgal/ft} \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana :  $BC = \text{Bouguer correction}$  (koreksi Bouguer(mGal))

$\rho = \text{rapat massa Bouguer (gr/cm}^3\text{)}$

$h = \text{ketinggian titik pengukuran dari bidang sferoid (meter)}$

Pada koreksi Bouguer dan koreksi Terrain ada satu nilai yang belum diketahui yaitu densitas Bouguer yang merupakan densitas rata-rata untuk seluruh massa di bawah permukaan. Metode penelitian densitas lapisan permukaan kerak bumi (densitas Bouguer) dapat diketahui dengan:

1. Densitas Bouguer standar = 2670 kg/m<sup>3</sup> sebagai densitas kerak bumi rata-rata.
2. Dari peta geologi untuk mendapatkan jenis batuan, kemudian dilihat harga densitasnya pada tabel densitas batuan.
3. Profil densitas (metode Nettleton).

4. Metode Parasnis merupakan pendekatan analitis yang mirip metode grafik Nettleton. Hal ini menyebabkan korelasi antara topografi dan  $g$  akan mengacu pada lapisan Bouguer. Dengan mengplot harga  $\Delta g_{obs} + 0.3086h$  terhadap  $(-0.04193h + T)$ ,  $T$  adalah koreksi medan, kemudian dicari persamaan garis regresinya melalui titik nol, maka harga koefisien kemiringan akan mendekati harga  $\rho$  (Parasnis, 1986).

#### 2.4 Reduksi Hasil Pengukuran Gravitasi

Bentuk bumi tidak bulat sempurna, tetapi mendekati sferis dan relatif datar pada kutub-kutubnya. Sedangkan untuk keperluan pengembangan pengetahuan biasanya kita membutuhkan anggapan bahwa bumi itu bulat, karena itu para ahli mendefinisikan bentuk permukaan bumi secara matematis yang disebut sferoid atau ellipsoid. Permukaan bumi berdasar referensi ketinggian permukaan laut rata-rata disebut geoid. Bidang Geoid dan sferoid tidak selalu berimpit bila di darat, hal ini disebabkan bidang geoid tertarik oleh massa daratan (Parasnis, 1986).

#### 2.5 Anomali Bouguer

Anomali Bouguer merupakan suatu representasi dari medan gravitasi yang paling umum untuk memperkirakan gambaran kondisi bawah permukaan berdasarkan kontras rapat massa batuan. Dengan demikian harga anomali Bouguer absolut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BA = G_{sta} - (g(\Phi) + FAC + BC) + TC \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :  $BA = Bouguer\ anomaly$  (anomali Bouguer(mGal))

$G_{sta}$  = nilai gravitasi di stasiun (mGal)

$g(\Phi)$  = gravitasi normal (mGal)

$FAC = Free\ Air\ Correction$  (koreksi udara bebas)

$BC = Bouguer\ correction$  (koreksi Bouguer(mGal))

$TC = Terrain\ correction$  (koreksi Terrain)

Harga anomali yang diperoleh adalah harga anomali pada ketinggian titik amat yang bersangkutan, tidak direduksi pada bidang MSL (Untung, 2001).

## 2.6 Tentang Peta

### 2.6.1 Sekilas Mengenai Peta

Peta merupakan gambaran permukaan bumi dalam ukuran skala yang lebih kecil yang digambarkan dalam bidang datar dengan skala dan sistem proyeksi tertentu. Informasi yang dapat diperoleh dari peta adalah :

1. Informasi deskriptif atau semantik, yang berupa atribut peta dan karakteristik daerah yang ditampilkan.
2. Informasi Geometris yang berupa posisi/ lokasi, serta spasial/keruangan.

Terdapat berbagai jenis peta, antara lain: peta hidrografi, peta geologi, peta kadaster, peta irigasi, peta jalan, peta kota, peta relief, peta teknis, peta topografi dan peta geografi. Untuk penelitian ini menggunakan peta geologi daerah Sulawesi Barat. Peta geologi dapat diartikan sebagai peta yang memuat informasi-informasi tentang keadaan geologis suatu daerah, bahan-bahan pembentuk tanah, dsb. Peta geologi umumnya juga menyajikan informasi topografi daerah (Hidayat dkk, 2005).

### 2.6.2 Skala Peta

Pada peta biasanya menunjukkan adanya skala, semakin besar skala peta maka semakin baik, karena dapat menjelaskan keadaan suatu daerah secara lebih deskriptif, lebih teliti dan juga lebih lengkap. Skala merupakan nilai perbandingan jarak di peta dengan jarak horizontal sebenarnya di medan atau lapangan. Dengan rumus jarak datar dipeta dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Jarak di Peta} \times \text{Skala} = \text{Jarak di Medan} \dots\dots\dots (2.18)$$

Skala peta dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Peta skala besar, skala peta 1 : 10.000 atau lebih besar.
2. Peta skala sedang, skala peta 1 : 10.000 – 1 : 100.000.
3. Peta skala kecil, skala peta dengan skala lebih kecil dari 1 : 100.000 (Hidayat dkk, 2005).

### 2.6.3 Proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM)

Proyeksi dapat diartikan sebagai perubahan data dari koordinat geografis menjadi koordinat yang diproyeksikan. Proyeksi UTM adalah proyeksi pada peta yang mempunyai sifat-sifat khusus, yaitu:

- a. Proyeksi : *Transvere Mercator* dengan lebar zone 6.
  - b. Sumbu pertama (ordinat / Y): Meridian sentral dari tiap zona.
  - c. Sumbu kedua (absis / X) : Ekuator.
  - d. Satuan : Meter.
  - e. Absis Semu (T) : 500.000 meter pada Meridian sentral.
  - f. Ordinat Semu (U) : 0 meter di Ekuator untuk belahan bumi bagian Utara dan 10.000.000 meter di Ekuator untuk belahan bumi bagian Selatan.
  - g. Faktor skala : 0,9996 ( Meridian sentral)
  - h. Penomoran zona : Dimulai dengan zone 1 dari 180°BB s/d 174°BB, zone 2 dari 174°BB s/d 168°BB, dan seterusnya sampai zone 60 yaitu dari 174°B s/d 180°BT.
  - i. Batas Lintang : 84°LU dan 80°LS dengan lebar lintang untuk masing-masing zone adalah 8, kecuali untuk bagian lintang X yaitu 12.
  - j. Penomoran bagian derajat lintang: Dimulai dari notasi C, D, E, F sampai X (notasi huruf I dan O tidak digunakan).
- (Mutiara A, 2004)

Wilayah negara Indonesia dibagi dalam 9 zona UTM, dari zona 46 sampai dengan zona 54. Dimulai dari meredian 90° BT sampai meredian 144° BT dengan batas lintang 11° LS sampai 6° LU (Mutiara A, 2004).

#### 2.6.4 Proyeksi *Transverse Mercator* 3° (TM-3°)

Proyeksi TM-3° digunakan oleh Badan Pertanahan Nasional. Proyeksi ini beracuan pada *Elipsoid World Geodetic System* 1984 (WGS'84) atau Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN'95). Proyeksi ini juga mempunyai sifat-sifat khusus, antara lain:

- a. Proyeksi : *Transverse Mercator* dengan lebar zone 3
- b. Sumbu pertama (ordinat/Y) : Meridian sentral dari tiap zona.
- c. Sumbu kedua (absis / X) : Ekuator.
- d. Satuan : Meter.
- e. Absis Semu (T) : 200.000 meter + X.

- f. Ordinat Semu (U) : 1.500.000 meter + Y.
- g. Faktor skala : 0,9999 ( Meridian sentral)
- h. Penomoran zone : Dimulai dengan zone 46.2 dari 93° BT s/d 96°BT, zone 47.1 dari 96°BT s/d 99°BT, zone 47.2 dari 99°BT s/d 102°BT, zone 48.1 dari 102°BT s/d 105°BT dan seterusnya sampai zone 54.1 dari 138°BT s/d 141°BT.
- i. Batas Lintang : 6°LU dan 11°LS.  
(Mutiara A, 2004)

## 2.7 Tentang Daerah Penelitian

### 2.7.1 Struktur Geologi Sulawesi Barat

Sulawesi terletak pada pertemuan 3 Lempeng besar, yaitu IndoAustralia serta sejumlah lempeng kecil (lempeng Filipina) yang menyebabkan kondisi tektoniknya sangat sangat kompleks. Kumpulan batuan dari busur kepulauan batuan Bancuh, kepulauan Ofiolit, dan bongkah dari mikrokontinen terbawa bersama proses penunjaman, tubrukan, serta proses tektonik (Van Leeuwen, 1994).

Berdasarkan keadaan litotektonik pulau Sulawesi dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Mandala Barat (*West & North Sulawesi Volcanic Plutonic Arc*) yang merupakan jalur magmatik (*Cenozoic and Plutonic Rocks*) dan juga merupakan bagian ujung timur Paparan Sunda.
2. Mandala Tengah (*Central Sulawesi Metamorphic Belt*) berupa batuan malihan yang ditumpangi batuan Bancuh sebagai batuan dari blok Australia.
3. Mandala Timur (*East Sulawesi Ophiolite Belt*) berupa ofiolit yang merupakan segmen dari kerak samudera berimbrikasi dan batuan sedimen berumur Trias-Miosen.
4. *Banggai-Sula and Tukang Besi Continental fragments* adalah kepulauan paling timur Banggai-Sula dan Buton yang merupakan pecahan benua yang berpindah ke arah barat karena *strike-slip fault* dari Papua Nugini (Sompotan, 2010).

Mandala barat sebagai busur magmatik dapat dibedakan menjadi dua yaitu bagian utara dan bagian selatan. Bagan utara memanjang dari Buol sampai sekitar Manado sedangkan bagian barat dari Buol sampai sekitar Makassar.

Gerakan lempeng pasifik terjadi pada Miosen awal, sehingga berbagai mikrokontinen di Indonesia bagian Timur makin terdorong ke barat mendekati sistem busur palung Sulawesi. Pada Miosen Tengah gerakan ke barat tersebut menyebabkan mikrokontinen Banggai-Sula dan Tukang Besi membentur busur Sulawesi Timur, dan Busur Sulawesi Timur tersebut melewati sistem busur palung Sulawesi Barat (Sukamto, 1982).

Pengaruh tumbukan lempeng Pasifik, Benua Asia dan Australia terhadap Sulawesi adalah bersatunya bagian barat dan bagian timur Sulawesi yang berbentuk huruf “K”, terbentuknya jalur gunungapi dalam mandala geologi Sulawesi Barat, serta terjadinya sesar Palu-Koro yang berarah baratlaut–tenggara. Di daerah Sulawesi Barat berkembang beberapa sesar ikutan atau sesar sekunder yang berarah hampir barat–timur (Anonymous, 2010).

Pola struktur lengan selatan pulau Sulawesi, yaitu struktur sesar Walanae, searah dengan sesar geser Palu Koro di Sulawesi Tengah. Sesar Walanae terbagi menjadi dua yaitu sesar Walanae Barat dan sesar Walanae Timur yang terbentuk pada masa Plio-Plistosen. Kegiatan tektonik pada masa Miosen Awal menyebabkan terjadinya permulaan Terban Walanae yang memanjang dari utara ke selatan pada Lengan Sulawesi bagian barat (Sukamto, 1982). Struktur sesar ini berpengaruh terhadap struktur geologi sekitarnya.

Peristiwa tersebut kemungkinan besar telah berlangsung sejak awal Miosen Tengah, kemudian menurun perlahan selama sedimentasi sampai Kala Pliosen. Menurunnya Terban Walanae dibatasi oleh dua sistem sesar normal, yaitu sesar Walanae yang seluruhnya tampak hingga sekarang di sebelah timur, dan sesar Soppeng yang hanya tersingkap tidak menerus di sebelah barat. Selama terbentuknya Terban Walanae, di sebelah timur kegiatan gunungapi hanya terjadi di bagian selatan, sedangkan di sebelah barat terjadi kegiatan gunungapi yang merata dari selatan hingga ke utara yang berlangsung dari Miosen Tengah sampai Plistosen. Bentuk kerucut gunungapi ini masih dapat diamati di daerah sebelah barat dengan kenampakan berupa tebing melingkar mengelilingi Gunung Benrong, di utara Gunung Tondongkarambu, yang dimungkinkan adalah sisa kaldera.

Sesar utama yang berarah Utara–Baratlaut terjadi sejak Miosen Tengah, dan tumbuh sampai setelah Pliosen. Perlipatan yang berarah hampir sejajar dengan sesar utama diperkirakan terbentuk sehubungan dengan adanya tekanan mendatar berarah kira-kira



Timur-Barat pada waktu sebelum akhir Pliosen. Tekanan ini mengakibatkan pula adanya sesar sungkup lokal yang mensesarkan batuan Pra-Kapur Akhir di daerah Bantimala ke atas batuan Tersier. Perlipatan dan pensesaran yang relatif lebih kecil di bagian Timur Lembah Walanae dan di bagian Barat pegunungan yang berarah Baratlaut–Tenggara, kemungkinan besar terjadi akibat adanya gerakan mendatar tekanan sepanjang sesar besar (Sukamto, 1982).

### **2.7.2 Stratigrafi Geologi Regional Sulawesi Barat**

Provinsi Sulawesi Barat terutama pada Kabupaten Mamuju dibatasi oleh Selat Makasar di sebelah barat, sebelah timur oleh Kabupaten Luwu dan Tana Toraja, serta sebelah selatan oleh Kabupaten Majene dan Mamasa. Secara geografis terletak diantara  $118^{\circ}45'21,55''$  –  $119^{\circ}45'46,79''$  BT dan  $2^{\circ}12'25,47''$  –  $2^{\circ}55'28,1''$  LS. Secara fisiografi, wilayah Provinsi Sulawesi Barat termasuk dalam Mandala Geologi Sulawesi Barat, atau merupakan bagian tengah dari busur vulkanik Sulawesi Barat, yang didominasi oleh batuan plutonik-vulkanik Paleogen- Kuartar serta batuan-batuan sedimen dan metamorfik Mesozoik-Tersier.

Perkembangan evolusi geologi untuk pulau Sulawesi dapat dibedakan menjadi 4 jalur tektonik yaitu, jalur kontinental Banggai-Sula, meliputi Sulawesi bagian timur dan Sulawesi bagian tengah, jalur vulkanik dan plutonik meliputi daerah Sulawesi Utara. Kemudian Sulawesi Tengah bagian barat dan Sulawesi Selatan. Jalur vulkanik plutonik tersebut identik dengan Mandala Sulawesi Barat (Sukamto, 1982).

Stratigrafi Mandala Sulawesi Barat bagian selatan merupakan bagian kelompok batuan tua yang umurnya belum diketahui dengan pasti yang terdiri dari batuan ultrabasa, batuan malihan dan batuan-batuan mélange. Batuan terbreksisasi, tergerus dan mendaun, dan sentuhannya dengan formasi di sekitarnya berupa sesar dan ketidakselarasan. Penarikan radiometri pada sekis menunjukkan umur batuan yang mencapai 111 juta tahun yang memungkinkan peristiwa malihan akhir pada tektonik yang terjadi pada zaman kapur. Batuan ini tertindah dan tidak selaras oleh endapan *flysh* pada formasi Ballang Baru dan formasi Marada yang tebalnya kira-kira 2000 meter dan berumur kapur akhir. Kegiatan magma pada saat itu sudah mulai ada dengan bukti adanya sisipan larva pada endapan *flysh* (Sukamto, 1982).

Batuan gunung api berumur Pleosen yang diendapkan pada lingkungan laut menindih tidak selaras batuan *flich* yang berumur kapur akhir. Batuan sedimen formasi Mallawa yang sebagian besar dicirikan oleh endapan daratan dengan sisipan batubara, menindih tidak selaras batuan gunungapi pleosen dan *flich* kapur akhir. Di atas formasi Mallawa ini secara berangsur-angsur beralih ke endapan karbonat formasi Tonasa terbentuk secara terus-menerus dari eoson awal sampai pada bagian bawah miosen tengah di barat. Sedimen klastik Formasi Salo Kalumpang yang berumur eoson sampai oligosen bersisipan batuan gamping dan mengatasi batuan gunungapi waktu miosen awal di bagian timur.

Sebagian besar pegunungan di Sulawesi, yang berada di timur barbatuan gunungapi Soppeng diduga juga berumur miosen tengah sampai pliosen awal berselingan dengan batuan gunungapi yang berumur antara 8,93–9,20 juta tahun. Secara bersamaan batuan tersebut menyusun formasi Camba yang tebalnya sekitar 5000 meter. Sebagian besar pegunungan yang di barat terbentuk dari formasi Camba. Formasi ini menindih tidak selaras formasi Tonasa. Selama miosen awal sampai pliosen, didaerah yang sekarang menjadi Lembah Wallanae diendapkan sedimen klastik formasi wallanae. Batuan ini tebalnya sekitar 4500 meter (Sukanto, 1982).

Sejarah geologi daerah penyelidikan di Kabupaten Majene dan Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat dimulai pada zaman Kapur dengan pengendapan formasi Latimojong yang terdiri dari batusabak, kuarsit, filit, batupasir, kuarsa malih, batulanau malih dan pualam, setempat batulempung malih.

Berikut ini adalah beberapa jenis formasi yang ada di pulau Sulawesi. Formasi Latimojong ditutupi secara tidak selaras oleh formasi Toraja yang terdiri dari perselingan batupasir kuarsa, serpih dan batu lanau, dengan sisipan konglomerat kuarsa, batu lempung karbonat, batu gamping, napal, batu pasir hijau, batu pasir gampingan dan batubara, setempat dengan lapisan tipis resin dalam batu lempung, berumur Eosen.

Anggota Rantepao, formasi Toraja diendapkan bersamaan dengan formasi Toraja yang terdiri dari batu gamping numulites dan batu gamping terhablur ulang, sebagian tergerus, dan berumur eoson. formasi Mapi diendapkan secara tidak selaras di atas formasi Toraja dan Anggota Rantepao, formasi Toraja, terdiri dari batu pasir tufaan, batu lanau, batu lempung, batu gamping pasiran dan konglomerat. Kandungan fosil foraminifera menunjukkan umur Miosen Tengah–

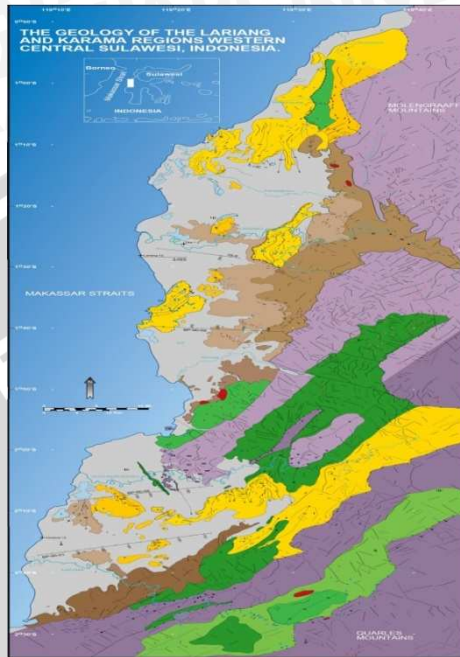
Pliosen. Formasi Mapi tersingkap di Sungai Mapi, setebal  $\pm$  100 m. Secara bersamaan, pada kala Miosen Tengah diendapkan Batuan Gunungapi dan Tuf yang berupa. batuan gunungapi terdiri dari breksi gunungapi, tuf dan lava andesitik basaltik, sisipan batu pasir, napal, dan setempat batubara, sedangkan Tuf Beropa terdiri dari perselingan tuf dan batu pasir tufaan, sisipan breksi gunungapi dan batu pasir wacke. Formasi Sekala diendapkan menjari dengan batuan gunungapi terdiri dari batu pasir hijau, grewake, napal, batu lempung dan tuff, sisipan lava bersusunan andesit-basal, berumur Miosen Tengah–Pliosen.

Formasi Mandar terdiri dari batu pasir, batu lanau dan serpih, berlapis baik, mengandung lensa lignit, yang berumur Miosen Akhir. Tebalnya mencapai 400 meter, diendapkan dalam lingkungan laut dangkal sampai delta. Pada lembar Mamuju formasi ini disebut formasi Mamuju, didominasi oleh napal dan batu gamping dengan sisipan tuf, batu pasir dan konglomerat.

Formasi Mamuju diendapkan bersamaan dengan Anggota Tapalang formasi Mamuju yang terdiri dari batugamping terumbu, batu gamping kepingan dan napal. Keduanya menjemari dengan formasi batuan gunungapi Talaya. Disusul oleh formasi Lariang yang terdiri dari perselingan antara konglomerat dan batupasir, sisipan batulempung dan setempat tuf, berumur Miosen Akhir–Pliosen.

Formasi-formasi diatas diterobos oleh granit, granodiorit, riolit, diorit dan aplit. Napal Pambuang diendapkan diatas formasi Mapi, formasi Mandar atau Mamuju, Anggota Tapalang, formasi Mamuju , formasi Batuan Gunungapi Talaya dan formasi Sekala, terdiri dari napal tufan, serpih napalan mengandung nodul, batu pasir tufan, dan lensa-lensa konglomerat; mengandung fosil foraminifera yang menunjukkan umur Plistosen. Tebal satuan sekitar 300 meter, dan kemungkinan terendapkan di lingkungan laut dangkal.

Formasi Budong-Budong diendapkan secara selaras diatasnya, terdiri dari konglomerat dan batupasir, setempat sisipan batugamping dan batulanau, berumur Plistosen–Holosen. Batu gamping Koral diendapkan menjari dengan formasi Budong-Budong, terdiri dari batugamping terumbu dan batu gamping bioklastika, berongga, setempat dengan moluska, berumur Plistosen–Holosen. Endapan alluvial dan endapan pantai yang terdiri dari lempung, lanau, pasir dan kerikil merupakan endapan termuda berumur Holosen (Sompotan, 2010).



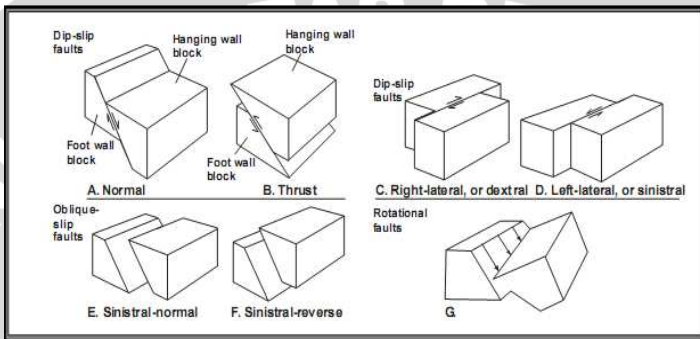
| KEY   |                                    |
|---|------------------------------------|
| <b>QUATERNARY</b>                             |                                    |
|   | Alluvium and Colluvium             |
|   | Limestone                          |
| <b>LATE PLEISTOCENE - PLEISTOCENE</b>         |                                    |
|   | Pasangikayu Formation mudstone     |
|   | Pasangikayu Formation conglomerate |
| <b>LATE EARLY MIOCENE - EARLY PLEISTOCENE</b> |                                    |
|   | Lisu Formation                     |
| <b>MIDDLE EOCENE - LATE OLIGOCENE</b>         |                                    |
|   | Budungbudung Formation             |
| <b>TORAJA GROUP</b>                           |                                    |
|   | Kalumpang Formation                |
| <b>MESOZOIC ROCKS</b>                         |                                    |
|   | Volcanic rocks                     |
|   | Metasediments                      |
|   | Metamorphic rocks                  |
|   | This study                         |
|   | Sukanto (1975)                     |
|   | Ratnan and Atmawinata (1993)       |
| <b>NEOGENE IGNEOUS ROCKS</b>                  |                                    |
|   | This study                         |
|   | Sukanto (1975)                     |
|   | Ratnan and Atmawinata (1993)       |
|   | Hadwijoyo et al. (1993)            |

(2.19)

Gambar 2.4 Peta Geologi Sulawesi Barat skala 1 : 100.000  
(Calvert dkk, 2007)

## 2.8 Patahan (sesar)

Patahan (*fault*) / sesar adalah rekahan pada massa batuan di suatu tempat di bumi yang telah memperlihatkan adanya pergeseran pada kedua sebelah sisi pada bidang rekahan. Bidang sesar pada batuan adalah bidang kontak antara dua blok tektonik yang terbentuk akibat adanya rekahan yang telah mengalami pergeseran, jaraknya bisa dalam beberapa meter atau bahkan sampai ratusan kilometer.



(2.20)

Gambar 2.5 Jenis patahan secara umum

Bentuk patahan yang terjadi baik di darat ataupun di laut dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis yaitu :

1. *Lateral Fault*  
Atau disebut juga dengan *wrench/tear/transcuent fault* merupakan sesar dengan pergerakan blok batuan mendatar. Jika searah jarum jam maka disebut *right-lateral* dan jika berlawanan arah jarum jam disebut *left-lateral*.
2. *Thrust Fault*  
Sesar ini memiliki pergerakan yang sama dengan sesar naik (*reverse fault*). Dimana blok batuan bagian atas cenderung lebih naik daripada blok batuan bagian bawah. Meskipun mirip tetapi terdapat pada sudut kemiringan bidang patahan/sesar. Pada thrust fault sudut tersebut  $< 10^\circ$ .
3. *Oblique-Slip Fault*  
Sesar kombinasi dari *strike slip* dan *dip-slip*. Sering disebut juga dengan sesar miring.

4.

*Dip-Slip Fault*

- Sesar Naik

Sesar dengan blok batuan bagian atas (*hanging wall*) relatif naik ke atas terhadap blok batuan bagian bawah (*foot wall*). Sesar ini sering disebut juga dengan *reverse fault*.

- Sesar Turun

Sesar dengan blok batuan bagian atas (*hanging wall*) relatif turun ke bawah terhadap blok batuan bagian bawah (*foot wall*). Sesar ini sering disebut juga dengan *normal fault/ gravity fault* (Sarpeii, 2005).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian**

Data yang dipergunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder dari GEC (*Geoscience Exploration Consultant*), Malang, yang diambil pada 3 April–14 April 2010.

Pengukuran data gayaberat di daerah Sulawesi Barat menggunakan gravitimeter *La Coste Romberg G-1053* untuk mendapatkan data gayaberat, GPS Garmin untuk penentuan posisi titik ukur dengan jumlah pengambilan data sebanyak 51 titik ukur dengan interval jarak kira-kira 2 km.

#### **3.2 Bentuk Penelitian**

Penelitian ini menganalisis data sekunder berupa data gayaberat. Data sekunder yang didapat berupa posisi koordinat lintang dan bujur, waktu pengambilan data ketinggian titik ukur, nilai pembacaan gravitimeter. Untuk nilai koreksi medan (*terrain correction*) dan koreksi pasang surut (*tidal correction*) dihitung secara matematis dengan cara manual atau dengan bantuan *software*.

Data kemudian diolah dengan melakukan beberapa tahap pekerjaan, antara lain mengkonversi nilai pembacaan dari gravitimeter ke dalam satuan mGal, koreksi apungan (*drift correction*), hitungan pembacaan mGal terkoreksi, hitungan nilai gayaberat pengukuran, hitungan gayaberat normal, koreksi gabungan (*combined correction*) dan penentuan anomali Bouguer

Pengolahan data tersebut menggunakan *software* Microsoft Excel, setelah data anomali Bouguer diperoleh kemudian data diolah menggunakan *software* Surfer 8. Dari kontur anomali Bouguer dilakukan reduksi bidang datar dengan menggunakan Matlab 7.1 dan kontinuasi ke atas dengan menggunakan Magpick sehingga diperoleh nilai anomali sisa. Hasil tersebut kemudian dibentuk dalam grid untuk pendekatan. Grid data tersebut akan menjadi input untuk program Grav2dc. Hasil pemodelan tersebut akan dikorelasikan dengan peta geologi daerah Sulawesi Barat sehingga struktur bawah permukaan dapat diperkirakan.

### 3.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan antara lain :

1. Waktu pengambilan data (hari, jam, dan tanggal)
2. Ketinggian titik ukur (*elevation*)
3. Pembacaan gravitimeter (*reading counter*)
4. Koreksi medan (*terrain correction*)
5. Koreksi pasang surut (*tidal correction*)
6. Data geologi daerah Sulawesi Barat

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Tabel konversi pembacaan alat Gravitimeter *La Coste Romberg* tipe G-1053.
- b. Perangkat komputer dengan program yang digunakan antara lain, MS. Word, Microsoft Excel, Geocalc, Magpick, Matlab 7.1, Corel Draw X2, Surfer 8, dan Grav2dc.

### 3.5 Pengolahan Data Awal

Dari data lapangan (data ini berupa nilai pembacaan gravitimeter) yang telah didapatkan, langkah pertama yang dilakukan adalah mengkonversi nilai pembacaan ke dalam satuan mGal. Dengan menggunakan rumus konversi:

$$mGal = \{[(bacaan - counter) \times faktor\ interval] + mGal\} \dots (3.1)$$

(Kurniati dkk, 2008)

Nilai yang diperoleh dari hasil konversi tersebut kemudian diolah dengan koreksi-koreksi, antara lain, koreksi pasang-surut, koreksi drift atau koreksi apungan, koreksi udara bebas, koreksi terrain dan koreksi Bouguer. Anomali Bouguer diperoleh dari koreksi-koreksi diatas.



### **3.6 Pengolahan Data**

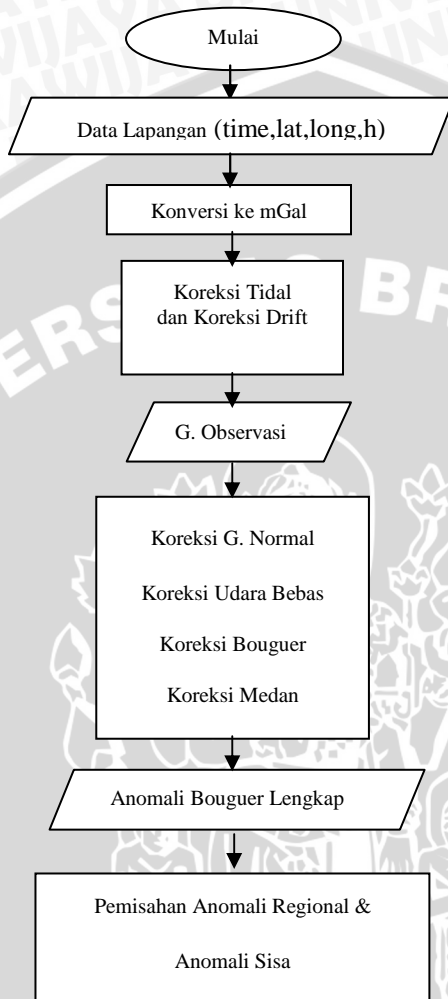
#### **3.6.1 Pengolahan Data dengan Hitungan Matematis**

Data lapangan (data ini berupa nilai pembacaan gravitimeter) yang telah diperoleh tersebut nantinya akan dikonversi terlebih dahulu menjadi satuan miliGal untuk kemudian diproses lebih lanjut dengan koreksi tidal (menggunakan *software Tidal Correction*) dan koreksi drift (tidak dihitung) sehingga diperoleh nilai Gravitasi observasi. Kemudian dilakukan konversi Gravitasi normal, koreksi udara bebas, koreksi Bouguer, koreksi medan agar diperoleh nilai anomali Bouguer lengkap. Untuk koreksi gravitasi normal, koreksi udara bebas, koreksi Bouguer, koreksi gabungan dan anomali Bouguer lengkap diperoleh berdasarkan rumus yang telah dijelaskan di tinjauan pustaka. Sedangkan koreksi medan menggunakan *hammer chart*.

#### **3.6.2 Pengolahan Data dengan Software**

Anomali Bouguer lengkap yang telah diperoleh dari hitungan secara matematis kemudian diolah sebagai suatu input untuk mencari bentuk kontur dari pola persebaran data yang diperoleh menggunakan *software surfer 8*. Selain input tersebut juga dimasukkan nilai Lintang dan bujur dari tempat yang dijadikan sebagai daerah penelitian.

Dari Surfer 8 kemudian dicari pola kenampakan bawah permukaan secara 2D menggunakan Grav2dc dimana sebagai inputnya menggunakan nilai *digitize* dari kontur anomali Bouguer, yaitu dari nilai anomali sisa yang diperoleh dengan sebelumnya menentukan *cross section* daerah penelitian dengan melihat pola persebaran data yang diperoleh.



(3.1)

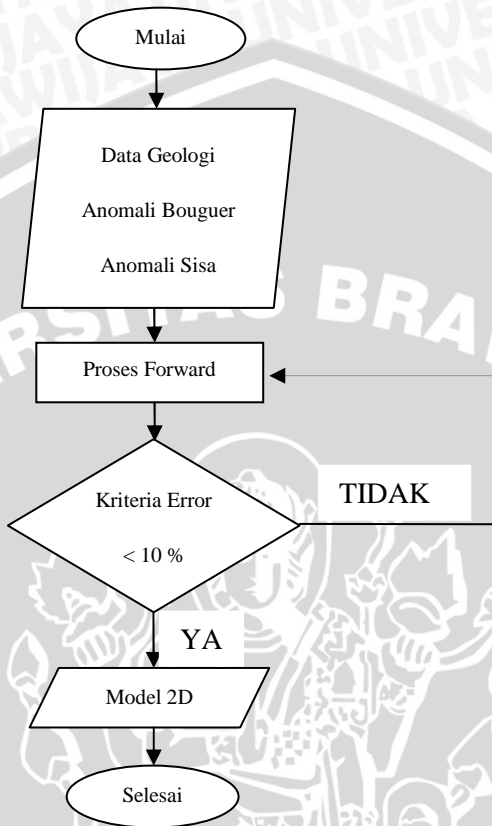
Gambar 3.1 Diagram alir pengolahan data

### 3.7 Interpretasi Data

Nilai anomali Bouguer dan anomali sisa yang telah diperoleh akan dikorelasikan dengan peta geologi daerah penelitian untuk dibuat suatu parameter model yang nantinya akan dibuat menjadi model geologi. Jika model geologi ini sudah tepat menggambarkan kondisi bawah permukaan daerah penelitian maka dapat dilakukan interpretasi. Pemodelan ini menggunakan *software* Grav2dc dengan kriteria tingkat kesalahan yang diperbolehkan sebesar  $< 10\%$

Interpretasi dilakukan menggunakan 2 cara yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif dari nilai anomali Bouguer dan anomali sisa berdasarkan *software*. Jika memungkinkan dari kedua nilai anomali tersebut diinterpretasikan secara melintang dengan arah sayatan yang berbeda. Untuk pemodelan dalam penelitian ini menggunakan 2 sayatan, sayatan 1 adalah pada lintasan 1 yaitu *cross section* AB dan sayatan 2 adalah pada lintasan 2 dan lintasan 3 yaitu *cross section* CD, pada *cross section* ini sengaja dibuat menjadi satu *cross section*, karena bentuk pola persebaran data yang sama, sehingga ditarik garis lurus antara keduanya.





(3.6)

Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data 2D

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada dasarnya penyelidikan menggunakan metode gayaberat adalah untuk mencari perbedaan nilai medan gayaberat dari satu titik ke titik yang lain di suatu tempat di bumi yang disebabkan oleh distribusi massa pada struktur geologi yang terdapat di bawah permukaan daerah penelitian. Namun, massa tersebut hanya menyumbang sekitar 0,05% dari nilai gayaberat yang terukur oleh gravitimeter. Oleh karena itu, dilakukan pengolahan data gayaberat yang bertujuan untuk mereduksi penyebab medan gayaberat yang tidak berhubungan dengan struktur geologi penyebab anomali.

#### **4.1. Pengolahan Data Awal**

Merupakan pengolahan data dari data mentah di lapangan sampai memperoleh harga medan gravitasi mutlak dari titik amat yang meliputi konversi dari data pembacaan alat ke harga miliGal, koreksi drift, koreksi tidal dan penentuan harga gravitasi observasi.

##### **4.1.1 Tentang UTM (*Universal Transverse Mercator*) Daerah Penelitian**

Nilai bujur dan lintang pada daerah penelitian biasanya berada dalam satuan derajat, agar memudahkan pengerjaan dalam software yang digunakan, maka nilai ini dikonversikan kedalam satuan meter/kilometer. Untuk daerah penelitian yang berada pada daerah Sulawesi Barat, berada dalam zona 50 bagian M. Untuk daerah yang berada dalam wilayah negara Indonesia berada dalam zona 46–54. Untuk skala peta geologi daerah penelitian yang digunakan yaitu 1 : 100.000 yang termasuk dalam jenis peta sedang.

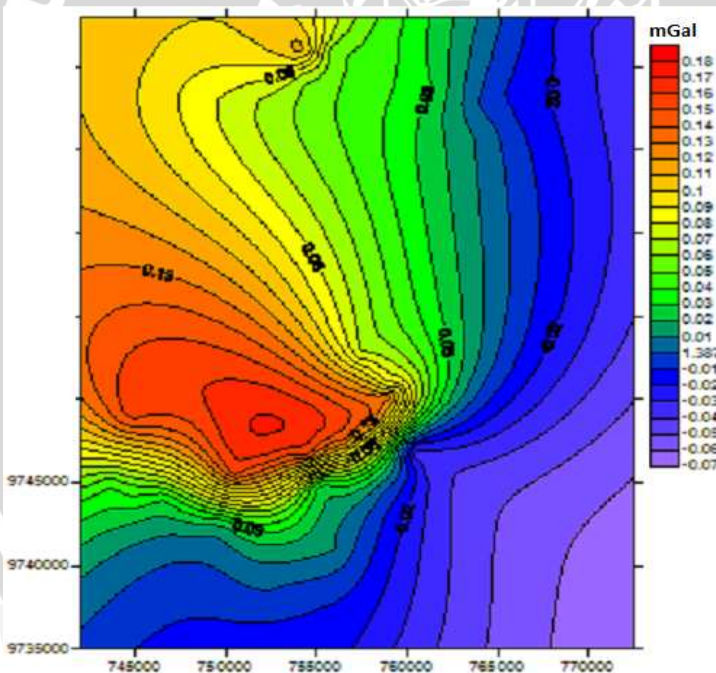
##### **4.1.2 Konversi Skala Pembacaan**

Untuk memperoleh nilai pembacaan dari *reading counter* yang belum mempunyai satuan ke dalam nilai pembacaan yang mempunyai satuan yaitu mGal, maka nilai pembacaan dari gravitimeter harus dikonversi terlebih dahulu ke dalam satuan mGal dengan menggunakan tabel konversi dari alat yang digunakan untuk

mengambil data gayaberat. Tabel yang dipergunakan akan berbeda dengan seri alat yang berlainan.

### 4.1.3 Koreksi Tidal (Koreksi Pasang Surut)

Keberadaan posisi matahari, bulan dan benda-benda langit lainnya serta peredarannya menimbulkan adanya gaya tarik menarik yang berbeda terhadap bumi yang mempengaruhi keadaan pasang surut sehingga berpengaruh juga pada harga gravitasi bumi (Untung, 2001). Besarnya pengaruh pasang surut ini berkisar antara  $-0,10$ – $0,15$  mGal. Untuk menghilangkan pengaruh pasang surut ini maka harga gravitasi harus dikoreksi, dimana pasang surut selalu mengurangi harga gravitasi bumi sehingga dalam perhitungan harga pasang surut ini selalu ditambahkan pada harga gravitasi pengukuran. Harga koreksi terkecil yang diperoleh adalah  $-0,071$  mGal dan harga koreksi terbesar adalah  $0,155$  mGal.



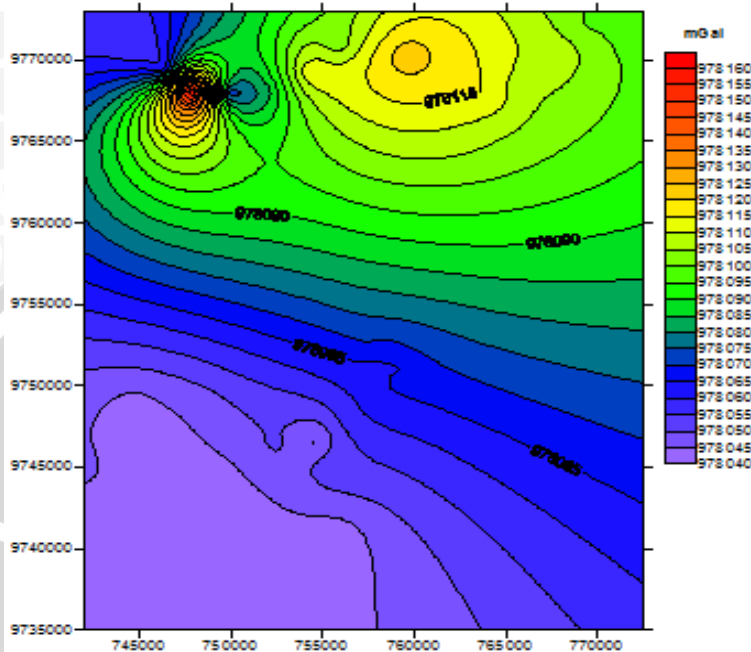
Gambar 4.1. Kontur koreksi tidal. Interval kontur 0,01 mGal

#### 4.1.4 Koreksi Drift

Pengukuran gravitasi yang dilakukan di suatu tempat di bumi, yang kemudian diulang lagi pengukurannya, secara teoritis harus konstan atau tetap. Tetapi pada kenyataannya, hal ini selalu diperoleh harga pembacaan yang berbeda, mengingat adanya pengaruh pasang surut diatas. Perbedaan ini, disamping dipengaruhi oleh kondisi pasang surut juga disebabkan karena pengaruh mekanisme alat, akibat guncangan selama transportasi, yang disebut sebagai drift atau apungan. Koreksi ini dilakukan dengan mengulangi pembacaan titik ikat dalam satu putaran/*loop*, sehingga dapat diketahui penyimpangan nilainya. Harga koreksi ini biasa ditambahkan atau dikurangkan tergantung pada pengukuran pertama apakah lebih besar atau lebih kecil daripada pengukuran terakhir. Untuk koreksi ini merupakan koreksi efisiensi kelelahan alat pada saat pengambilan data gayaberat, sehingga secara teknis dapat tidak diperhitungkan.

#### 4.1.5 Nilai Gayaberat Observasi ( $G_{obs}$ )

Gayaberat observasi merupakan nilai gayaberat mutlak titik observasi. Nilai gayaberat observasi ini dihasilkan dengan melakukan beberapa tahapan koreksi terhadap data lapangan, yang terdiri dari konversi ke mGal, koreksi pasang surut, dan koreksi drift. Konversi ke mGal dijumlahkan dengan beda gayaberat di tiap titik pengukuran. Beda gayaberat itu sendiri diperoleh dari perbedaan nilai gayaberat tiap titik terhadap nilai gayaberat di titik awal (*base station*). Titik base station yang digunakan dalam penelitian ini adalah titik ikat jaringan gayaberat internasional 1971 (Adkins, dkk, 1978) yang berada di Bandar udara Tampa Padang Mamuju. Nilai base station ini diturunkan terhadap base station orde 2 yang terletak di stasiun seismik Mamuju dengan nilai 978081,5 mGal.



Gambar 4.2. Kontur gravitasi observasi. Interval kontur 5 mGal

#### 4.2 Pengolahan Data Lanjutan

Pengolahan data lanjutan menggunakan data gayaberat dilakukan setelah mendapatkan koreksi pengamatan, yaitu, dengan mereduksi menggunakan koreksi-koreksi yang berhubungan dengan parameter-parameter ketinggian, densitas batuan, lintang, dan bujur maka akan diperoleh nilai anomali Bouguer, dan selanjutnya nilai anomali inilah yang akan mempresentasikan kondisi bawah permukaan daerah penelitian.

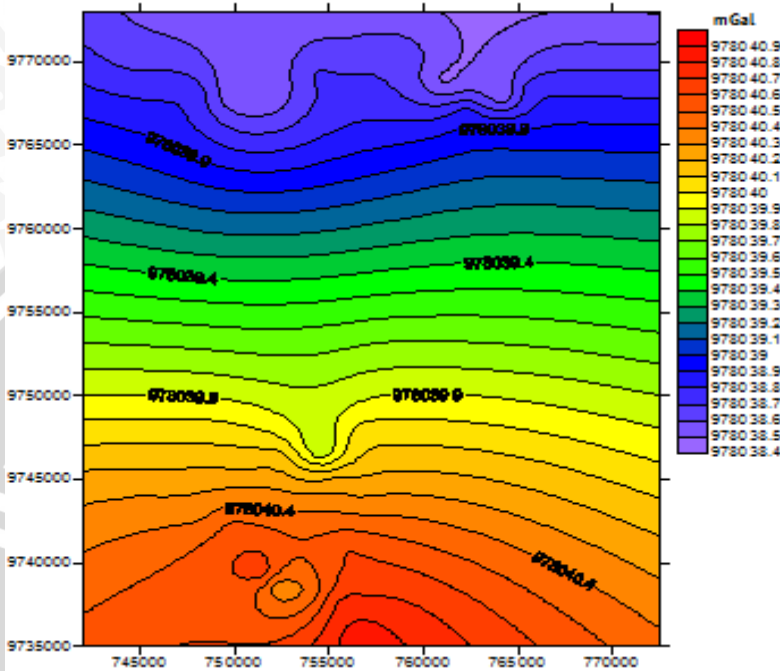


#### 4.2.1 Koreksi Gravitasi Teoritis ( $G_{normal}$ )

Keadaan bumi yang berotasi pada sumbunya mengakibatkan bentuk bumi yang tidak bulat sempurna, melainkan agak pepat pada kedua kutubnya (*sferoid*), hal ini mengakibatkan medan gravitasi di kutub pada bumi lebih besar daripada di khatulistiwa, semakin ke kutub nilai gravitasi semakin bertambah begitu juga sebaliknya. Selain bentuk bumi yang *sferoid* sehingga mengakibatkan perbedaan harga gravitasi pada lintang yang berbeda, juga karena adanya gaya sentrifugal yang diakibatkan oleh perputaran bumi pada sumbunya (rotasi bumi), karena gaya sentrifugal ini arahnya keluar sehingga mengurangi nilai gravitasi. Gaya sentrifugal terbesar di daerah khatulistiwa dan akan semakin berkurang ke arah kutub baik kutub utara maupun kutub selatan.

Gambar kontur gayaberas teoritis merupakan garis lurus di setiap lintangnya. Hal ini disebabkan karena gayaberas teoritis merupakan fungsi lintang, jadi untuk nilai yang sama nilainya akan sama. Besarnya nilai gayaberas teoritis di daerah penelitian diperlihatkan oleh Gambar 4.3.

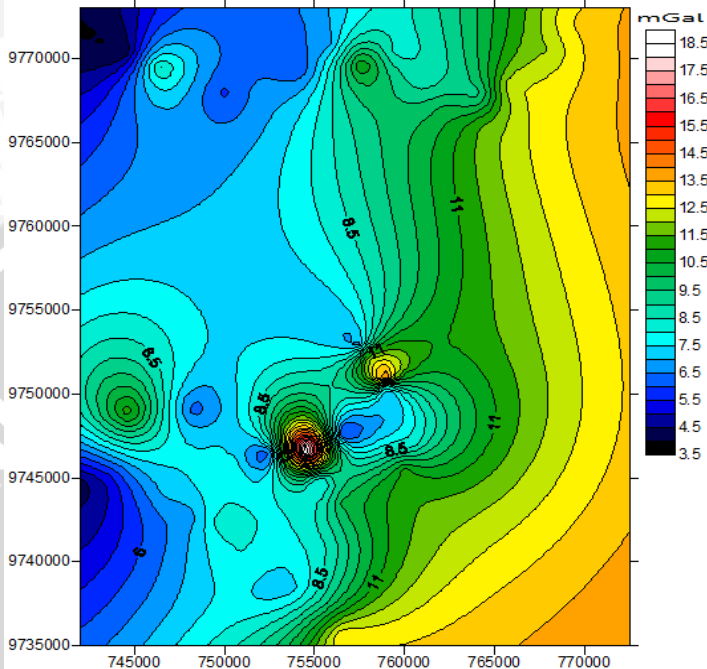
Seperti hal yang telah diungkapkan di atas, bahwa secara teoritis besarnya medan gayaberas akan semakin besar jika mendekati kutub dan mempunyai nilai yang semakin kecil jika mendekati daerah khatulistiwa. Keadaan ini sesuai dengan kontur gayaberas teoritis daerah penelitian, dimana semakin ke selatan nilai gayaberas teoritis semakin besar. Nilai gayaberas yang semakin besar ke arah selatan ini disebabkan karena daerah penelitian berada pada bumi bagian selatan (lintang selatan) dimana nilai gayaberas teoritis terukur menjadi lebih besar jika mendekati kutub selatan dan semakin kecil jika mendekati kutub utara.



Gambar 4.3. Kontur gravitasi normal. Interval kontur 0,1 mGal

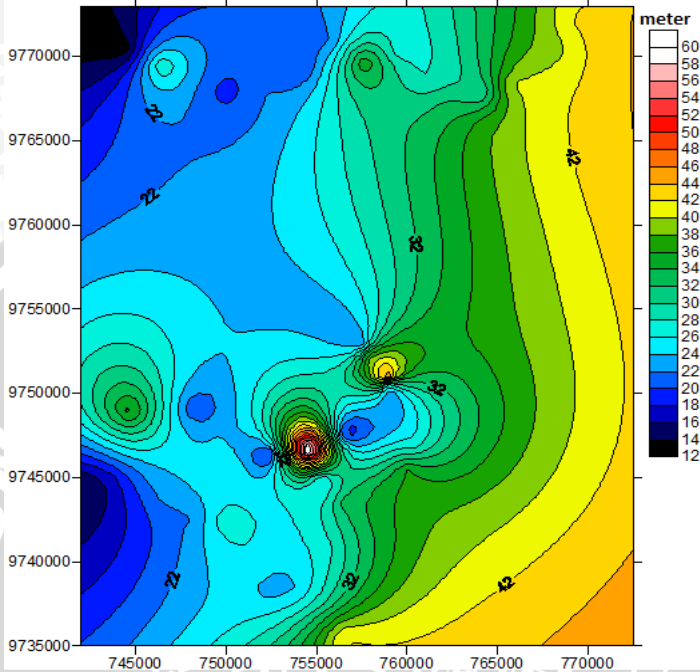
#### 4.2.2 Koreksi Udara Bebas (FAC/Free Air Correction)

Koreksi udara bebas merupakan koreksi akibat perbedaan ketinggian sebesar  $h$  dimana dalam selang ketinggian tersebut terisi oleh udara. Dengan adanya perbedaan ketinggian pada titik-titik pengukuran yang bervariasi, maka berpengaruh terhadap besarnya gayaberat pada titik amat tersebut. Karena gayaberat berbanding terbalik dengan kuadrat jarak, maka semakin tinggi tempat tersebut maka semakin kecil nilai gayaberatnya.



Gambar 4.4. Kontur koreksi udara bebas. Interval kontur 1 mGal

Nilai anomali koreksi udara bebas pada Gambar 4.4 merupakan hasil reduksi koreksi udara bebas terhadap data anomali gayaberat teoritis. Koreksi ini tidak menyebabkan titik observasi berpindah ke sferoida acuan, akan tetapi koreksi ini dimaksudkan untuk membawa medan gayaberat normal di sferoida acuan menjadi gayaberat normal di permukaan topografi. Sehingga  $g$  observasi dan  $g$  teoritis sama-sama berada pada topografi.



Gambar 4.5. Kontur koreksi udara bebas. Interval 1 mGal, dikorelasikan dengan kontur ketinggian. Interval 2 mGal.

Pola kontur anomali koreksi udara bebas memiliki pola kontur yang sama dengan kontur ketinggian, hal ini terlihat pada Gambar 4.5. Nilai anomali koreksi udara bebas mempunyai nilai anomali positif dengan pola semakin besar pada daerah penelitian dengan topografi tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa nilai data gayaberat yang diperoleh sudah tidak dipengaruhi faktor ketinggian.

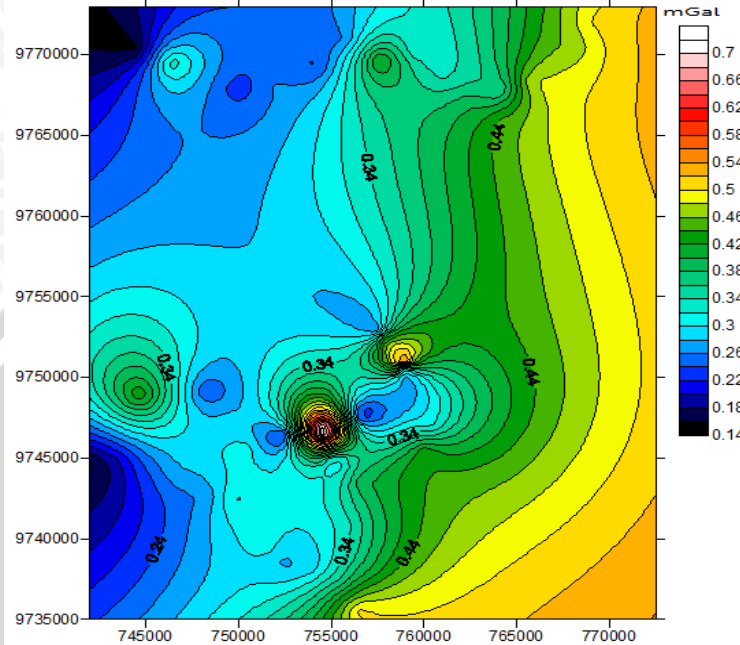
### 4.2.3 Koreksi Bouguer

Jika pada koreksi udara bebas mengabaikan massa yang terletak antara sferoid referensi dan permukaan topografi, maka pada koreksi Bouguer massa tersebut diperhitungkan, khususnya massa yang terletak pada bidang Bouguer dan sferoida referensi. Bagian massa yang terletak antara bidang Bouguer dengan bidang datum, (datum merupakan sistem yang membagi bumi dalam beberapa zona, dengan satuan meter) dimana efek dari massa ini disebut dengan efek Bouguer.

Dengan adanya massa batuan di titik pengamatan akan menambah besar percepatan gravitasi massa batuan tersebut. Massa tersebut dianggap berbentuk silinder, dengan jari-jari tak terhingga setebal  $h$  (ketinggian di atas MSL), juga dengan rapat massa (berat jenis batuan sebesar  $\rho$ ). Oleh karena itu harus diperhitungkan seberapa besar pengaruh dari massa tersebut. Koreksi ini disebut sebagai koreksi Bouguer dan harus dikurangkan. Pada Gambar 4.6 terlihat pola kontur koreksi Bouguer

Massa yang terletak antara permukaan topografi dan bidang sferoida dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

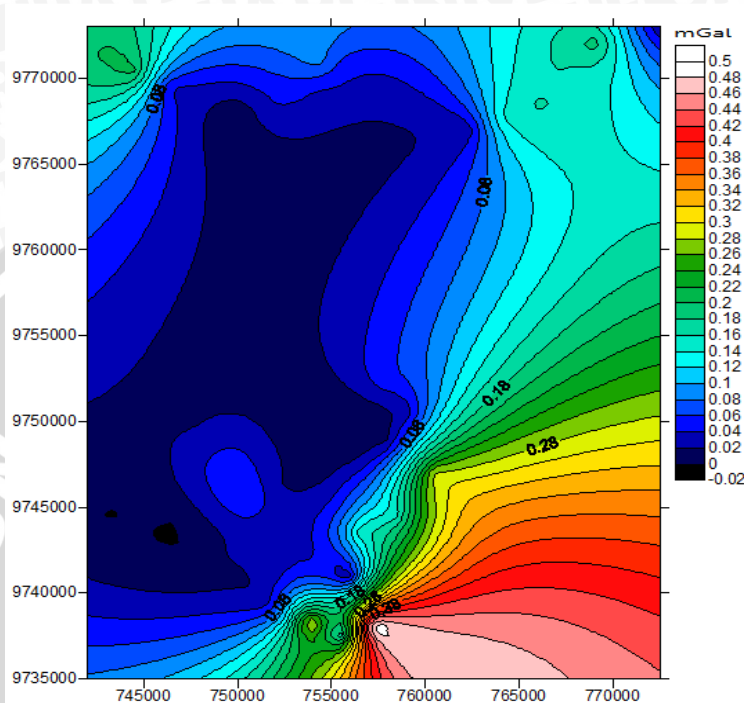
1. Bagian massa yang terletak diantara bidang Bouguer dan sferoida referensi dimana efek dari massa ini disebut dengan efek Bouguer. Anomali yang dihasilkan setelah dilakukan koreksi Bouguer terhadap anomali udara bebas disebut sebagai *Anomali Bouguer Sederhana*.
2. Bagian massa yang berada diatas bidang Bouguer dan bagian massa yang hilang di bawah Bouguer menghasilkan efek yang disebut efek medan (*Terrain Effect*). Anomali yang dihasilkan setelah dilakukan koreksi medan terhadap Anomali Bouguer sederhana disebut *Anomali Bouguer Lengkap* (Dampney, 1969).



Gambar 4.6. Kontur koreksi Bouguer. Interval kontur 0,04 mGal

#### 4.2.4 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

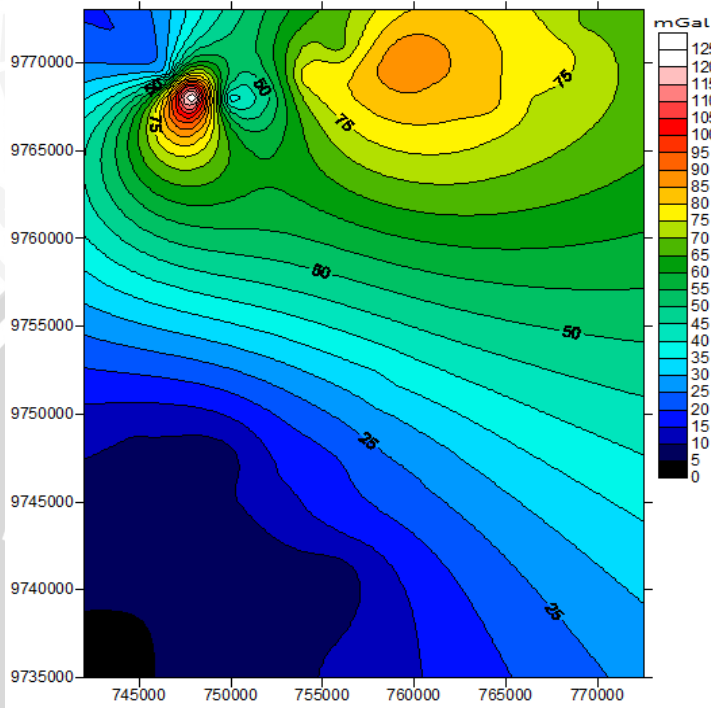
Koreksi medan digunakan untuk menghilangkan pengaruh efek massa disekitar titik observasi. Massa yang berada diatas bidang Bouguer dan massa yang hilang dibawah bidang Bouguer sesungguhnya mempresentasikan keberadaan lembah dan bukit. Adanya lembah mengurangi nilai gravitasi di titik pengukuran, sedangkan adanya bukit mengurangi medan gravitasi di titik pengukuran. Massa bukit mengakibatkan terdapatnya komponen gaya ke atas yang berlawanan arah dengan komponen gaya gravitasi. Jadi adanya bukit dan lembah di sekitar daerah penelitian akan mengurangi besarnya medan gravitasi sebenarnya di titik tersebut, sehingga koreksi medan yang diperhitungkan selalu berharga positif.



Gambar 4.7. Kontur koreksi *terrain*. Interval kontur 0,02 mGal

#### 4.2.5 Anomali Bouguer Lengkap

Anomali Bouguer lengkap merupakan suatu representasi dari medan gravitasi umum untuk memperkirakan gambaran kondisi bawah permukaan berdasarkan kontras rapat massa batuan. Nilai gravitasi teoritis suatu titik yang tidak terdapat pada *mean sea level* (MSL) adalah gravitasi normal yang dikoreksi terhadap perbedaan ketinggiannya dari MSL (koreksi udara bebas dan koreksi Bouguer), dan pengaruh kondisi medan/*terrain* di sekitar titik pengukuran.



Gambar 4.8. Kontur anomali Bouguer lengkap. Interval kontur 5 mGal

Anomali Bouguer lengkap adalah harga anomali gravitasi di suatu tempat, dimana dalam perhitungannya telah dimasukkan seluruh koreksinya. Anomali *free air* atau udara bebas yang didapatkan tidak lebih hanya sebagai anomali stasiun, tidak memberikan informasi apapun. Untuk dapat menganalisa data anomali gravitasi di atas sferoida referensi sehingga diperoleh anomali densitas bawah permukaan sebagai penyebab dari distribusi medan gravitasi (harus dipahami bahwa data dari medan gravitasi yang akan diinterpretasikan berada di bawah permukaan topografi). Koreksi udara bebas tidak menyebabkan titik observasi berpindah ke sferoida acuan, melainkan hanya membawa medan gravitasi normal di sferoida referensi menjadi medan gravitasi normal pada permukaan topografi (Blakely, 1995).



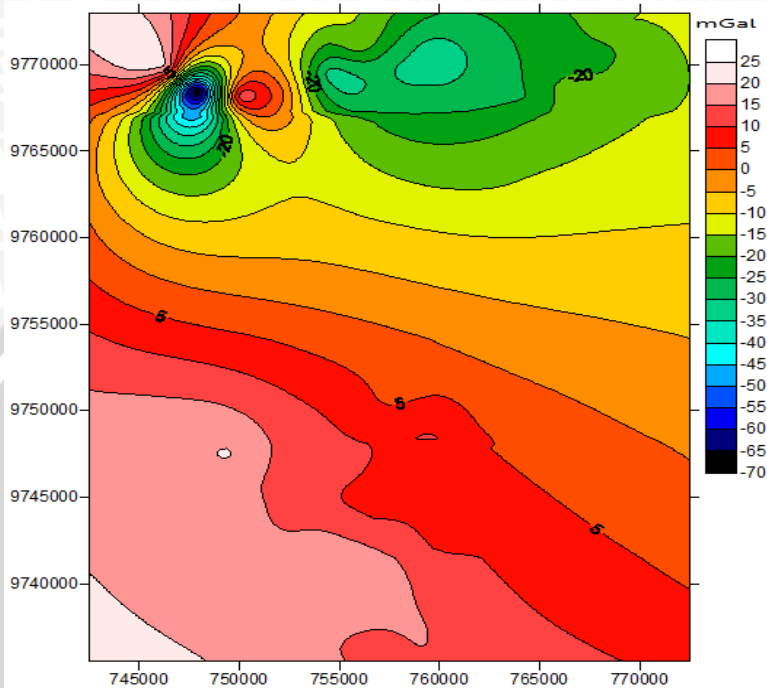
#### 4.2.6 Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Sisa

Anomali Bouguer adalah superposisi dari nilai anomali yang bersifat regional dan anomali yang bersifat lokal (residual). Anomali regional berasosiasikan dengan kondisi geologi umum yang dominan pada daerah penelitian yang bersangkutan untuk menjelaskan efek dalam yang menggambarkan keadaan bawah permukaan (*subsurface*), dan dicirikan oleh anomali berfrekuensi rendah. Sedangkan anomali lokal atau sering disebut dengan anomali sisa mengandung informasi kondisi geologi setempat yang telah terdeviasi dari kondisi regionalnya dan lebih terfokus pada efek dangkal yang dapat menjelaskan struktur geologi daerah permukaan.

Anomali Bouguer dapat juga dianggap sebagai superposisi anomali–anomali yang ditimbulkan oleh struktur geologi dangkal, menengah dan dalam, maupun struktur yang berdekatan dan saling berinteraksi sehingga menimbulkan anomali yang tumpang tindih. Anomali–anomali tersebut perlu dipisahkan untuk mendapatkan anomali yang berasosiasi dengan kondisi geologi yang menjadi tujuan penelitian sebelum diinterpretasikan.

Pemisahan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain, metoda empiris (*grid griffin*), metode pencocokan permukaan (*surface fitting*), metode *filtering* dan metode turunan vertikal. Dalam penelitian ini menggunakan metode pencocokan permukaan yang telah ada dalam *software* surfer 8 untuk memperoleh nilai anomali sisa. Metode ini menggunakan nilai massa rata–rata dari empat titik terdekat berdasarkan jarak dari tiap titik.

Seberapa dekat permukaan dicocokkan pada suatu data bergantung pada order dari permukaan dan magnitude dari daerah yang akan dicocokkan. Residual untuk orde kecil masih menampakkan nilai regional trend dan orde kecil ini tidak efektif dalam memisahkan regional dan residual. Begitu pula, permukaan orde tinggi tidak efektif dalam memisahkan karena kebanyakan anomali yang dicari setelahnya tercampur dengan regional pada permukaan tersebut (Untoro,2005). Pada Gambar 4.9 menunjukkan pola anomali sisa yang diperoleh dengan interval kontur sebesar 5 mGal.



Gambar 4.9. Kontur anomali sisa. Interval kontur 5 mGal

### 4.3 Interpretasi

Interpretasi pola anomali Bouguer dan anomali sisa dapat dilakukan menggunakan dua cara, yaitu interpretasi kualitatif dan interpretasi kuantitatif. Untuk interpretasi kualitatif dilakukan dengan menilai seberapa banyak informasi bawah permukaan yang dapat ditafsirkan berdasarkan kualitas data dari anomali gayaberat. Sedangkan untuk interpretasi kuantitatif dilakukan dengan melakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan dari benda-benda yang menyebabkan anomali.

Untuk anomali Bouguer digunakan untuk menjelaskan efek dalam dan juga efek dangkal. Sedangkan untuk anomali sisa digunakan untuk menjelaskan efek dangkal yang dapat memberikan penjelasan tentang struktur geologi daerah permukaan dengan lebih terperinci. Semua proses pembuatan peta kontur ini menggunakan *software* surfer 8. Sedangkan untuk interpretasi secara kuantitatif

dilakukan dengan cara pembuatan model 2D menggunakan *software* Grav2dc.

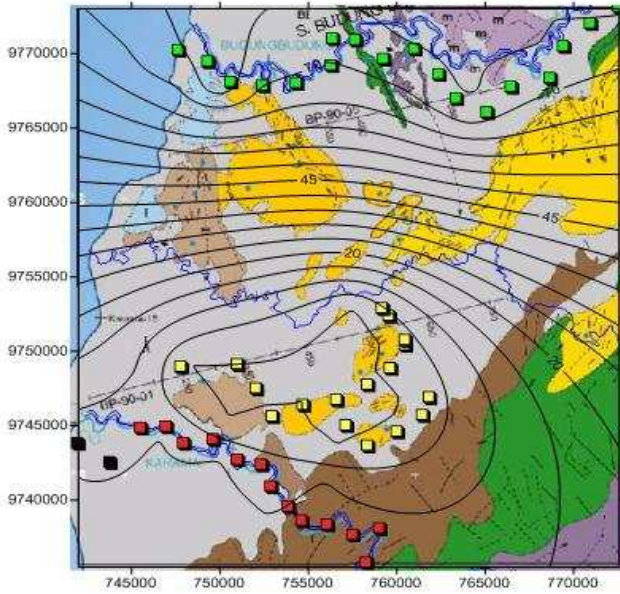
#### **4.3.1 Interpretasi Kualitatif**

Pengolahan data dengan menggunakan cara interpretasi kualitatif mengandung ambiguitas, hal ini disebabkan adanya keunikan dari besar potensial gravitasi. Untuk suatu anomali gravitasi tertentu terdapat tak hingga solusi model benda dengan parameter rapat massa, geometri dan kedalaman yang berbeda-beda.

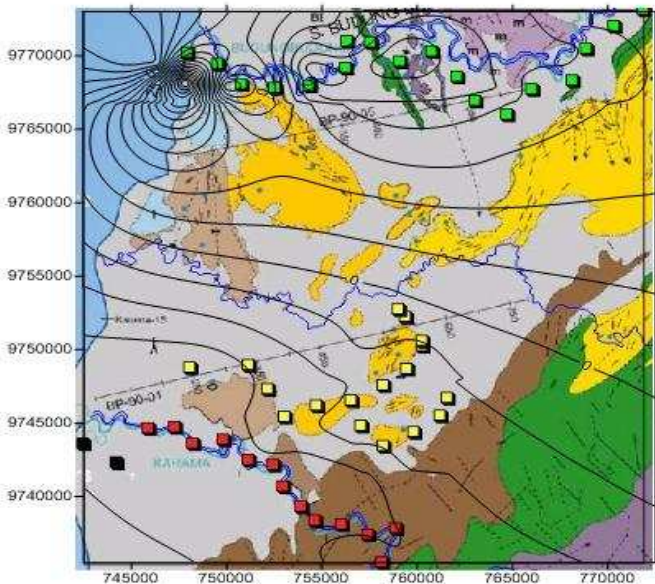
Solusinya adalah dengan menentukan terlebih dahulu satu parameter, misalnya kontras rapat massa atau densitas berdasarkan data geologi atau data lain yang tersedia, kemudian menentukan distribusi massa atau geometri model penyebab anomali.

Interpretasi secara kualitatif dilakukan dengan cara membaca pola anomali Bouguer yang dikorelasikan dengan peta geologi dan data-data kebumihan lainnya, sehingga secara umum dapat memberikan informasi berupa gambaran struktur geologi bawah permukaan daerah penelitian. Gambaran secara umum ini hanya memberikan penafsiran berupa bentuk-bentuk struktur geologi tertentu, masih belum menyangkut ukuran/besaran geologi.

Anomali Bouguer dan anomali sisa yang dihasilkan untuk daerah penelitian dapat dikorelasikan dengan menggunakan peta geologi yang telah dikonversi koordinatnya ke satuan meter dalam sistem UTM (*Universal Transverse Mercator*), sehingga dapat dibandingkan keduanya. Korelasi dengan peta geologi mutlak dilakukan terutama untuk anomali sisa, karena anomali sisa ini mengandung informasi kondisi geologi setempat yang telah terdeviasi dari kondisi regionalnya dan lebih terfokus pada efek dangkal, sehingga lebih menarik untuk ditelaah lebih lanjut anomali Bouguer yang ditunjukkan.



Gambar 4.10 Korelasi peta geologi dengan kontur anomali Bouguer



Gambar 4.11 Korelasi peta geologi dengan kontur anomali sisa

Bentuk kontur pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 mewakili persebaran anomali yang ditentukan dari titik pengukuran baik pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Terlihat bahwa kerapatan kontur berada pada bagian atas, karena disana adalah anomali terbesar yang terukur baik anomali Bouguer dan anomali sisa, bentuk kontur yang masih belum sempurna dikarenakan kontur tersebut masih belum mengalami proses reduksi bidang datar dan proses kontinuitas ke atas. Namun secara umum bentuk anomali terlihat di bagian atas dan juga bagian bawah dengan masing-masing interval sebesar 5 mGal.

Garis-garis kontur dengan kerapatan tinggi di bagian atas pada peta merupakan refleksi dari kontras rapat massa batuan yang relatif tinggi akibat keberadaan sesar/patahan di daerah tersebut, sedangkan garis-garis kontur yang renggang menggambarkan kontras rapat massa batuan yang relatif kecil diakibatkan oleh adanya sedimentasi dengan kemiringan yang landai. Meskipun tidak sepenuhnya terlihat pada gambar diatas, namun pada proses selanjutnya kontur tersebut akan menunjukkan adanya anomali di bagian atas dan bagian bawah dari daerah penelitian. Nilai mGal yang terukur pada anomali Bouguer berkisar pada interval -5 mGal – 80 mGal dengan nilai anomali terbesar sebesar 70 mGal dan nilai anomali Bouguer terkecil sebesar 45 mGal. Untuk nilai anomali sisa berkisar pada interval -25 mGal 70 mGal dengan nilai anomali terbesar sebesar 70 mGal dan nilai anomali terkecil sebesar -25 mGal.

Untuk daerah dengan pola kontur yang lebih rapat, posisinya lebih landai jika dibandingkan dengan daerah sekitarnya sedangkan daerah dengan pola kontur yang lebih renggang terdapat formasi batuan vulkanik dan dimungkinkan adanya batuan terobosan berupa batuan basalt dari bawah. Anomali tinggi berdasarkan peta geologi berada di daerah utara dari pola kontur anomali Bouguer yang ada hal ini disebabkan batuan yang berumur pratersier. Diperkirakan bahwa batuan tersebut adalah batuan vulkanik, dari gunung yang dahulu pernah ada di daerah penelitian, sedangkan pola rendah yang berada di bawah di dominasi oleh batuan alluvium. Dari keterangan di atas dapat diketahui bahwa nilai anomali Bouguer juga mungkin dipengaruhi oleh distribusi massa batuan basement (*schist*). Dengan asumsi ini, maka nilai anomali yang relatif tinggi bisa dikorelasikan dengan keberadaan lapisan batuan *basement* yang relatif dangkal di permukaan. Sebaliknya, anomali Bouguer dengan nilai relatif rendah

dapat dikorelasikan dengan keberadaan lapisan batuan *basement* yang relatif dalam.

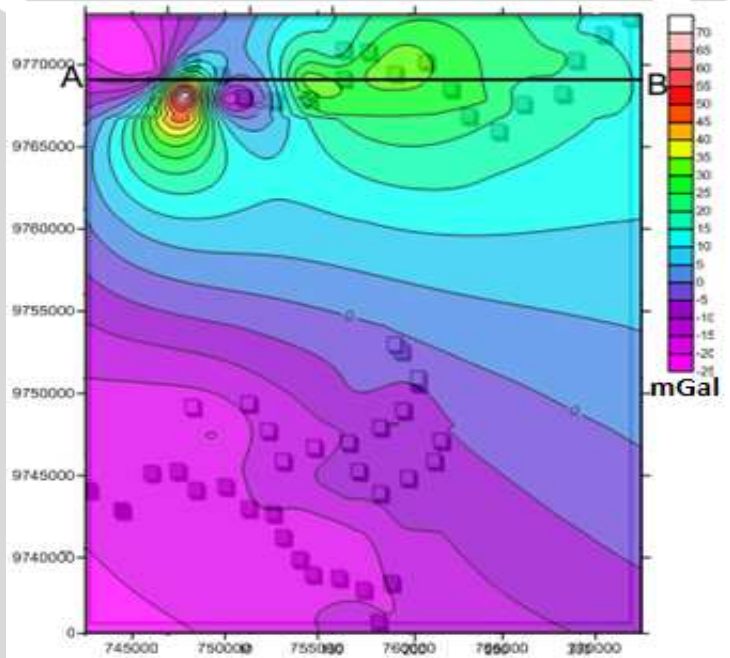
Anomali sisa dari data gayaberat diperoleh dengan cara memisahkan pengaruh anomali lokal dari pengaruh anomali regional. Pada umumnya solusi yang dihasilkan tergantung pada kualitas dari informasi tambahan dalam mendekati sumber anomali lokal yang benar-benar mewakili obyek batuan penyebab anomali. Penyebab terjadinya anomali dengan pola tinggi dan pola rendah pada kontur anomali sisa adalah adanya efek dari batuan-batuan penyusun di bawah permukaan yang terlihat pada Gambar 4.9. Batuan-batuan dengan anomali tinggi, yang berada pada pola tinggi di dominasi oleh batuan vulkanik yang berupa batuan basalt, granit, diorit, diabas dan gabro. Sedangkan untuk anomali rendah batuan bawah permukaan di dominasi oleh batuan sedimen. Anomali yang tinggi dengan pola yang terpotong-potong dimungkinkan karena adanya sesar normal atau sesar geser yang terjadi selama pembentukan batuan. Sedangkan anomali tinggi disebabkan karena adanya patahan normal yang sejajar dengan kelurusan anomali. Anomali rendah pada daerah penelitian ada pada arah selatan atau pada lintasan pengukuran 2 dan lintasan pengukuran 3.

#### **4.3.2 Interpretasi Kuantitatif**

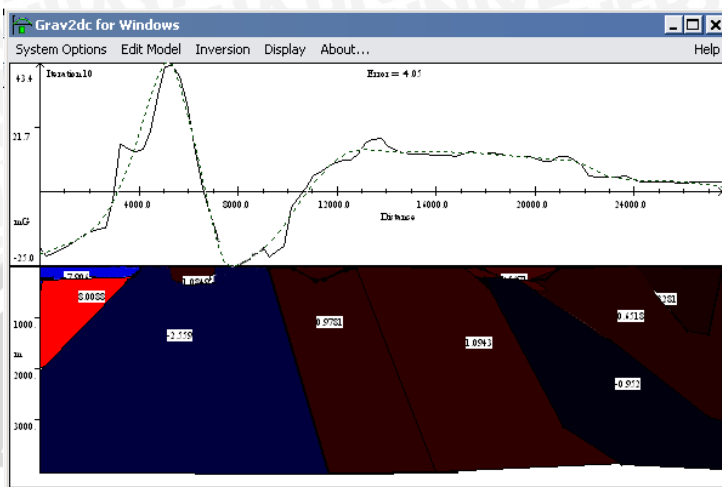
Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menganalisa penampang pola anomali sisa sepanjang lintasan tertentu yang telah ditentukan. Dari lintasan yang diambil tersebut dapat dilihat pola struktur bawah permukaannya, jadi ilustrasinya seperti bumi yang diiris, sehingga terlihat lapisan-lapisan batuan yang ada didalamnya. Dalam penelitian ini dibuat dua penampang anomali (*cross section*) yaitu penampang AB dan CD. Interpretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan hasil penafsiran kualitatif, terutama pada pemodelan kontur residualnya, sehingga dapat menentukan bagian-bagian penampang anomali yang menarik untuk ditafsirkan struktur geologi bawah permukaannya. Namun dalam interpretasi kuantitatif ini terdapat ambiguitas karena beragam model dapat dihasilkan yang disebabkan oleh adanya parameter rapat massa, geometri dan kedalaman yang tidak pasti.

Oleh karena itu diperlukan data tambahan berupa data pendukung seperti data geologi daerah penelitian, data rapat massa (densitas) batuan, serta data geofisika lainnya. Interpretasi geologi secara kuantitatif dilakukan berdasarkan pemodelan sepanjang lintasan tertentu, sehingga dapat ditafsirkan geometri benda-benda geologi di bawah permukaan yang menyebabkan adanya anomali. Pemodelan ini menggunakan perangkat lunak komputer, yaitu Surfer 8 dan Grav2dc.

#### 4.3.2.1 Interpretasi Kuantitatif Penampang Anomali Gayaberat Lintasan AB



Gambar 4.12 Lintasan pengukuran 1



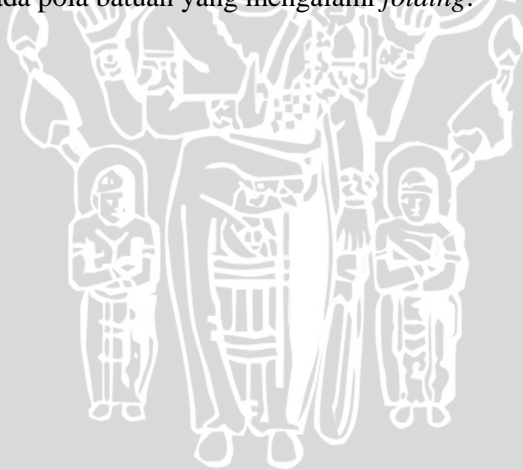
Gambar 4.13 Model 2D *cross section* lintasan 1

Gambar 4.12 merupakan anomali sisa untuk *cross section* lintasan pengukuran 1 (*Line 1*) dimana jangkauan anomali di lintasan tersebut berkisar pada nilai 0–70 mGal yang ditandai dengan daerah berwarna ungu muda hingga putih dimana dominasi anomali berada pada daerah berwarna hijau, biru muda dan ungu.

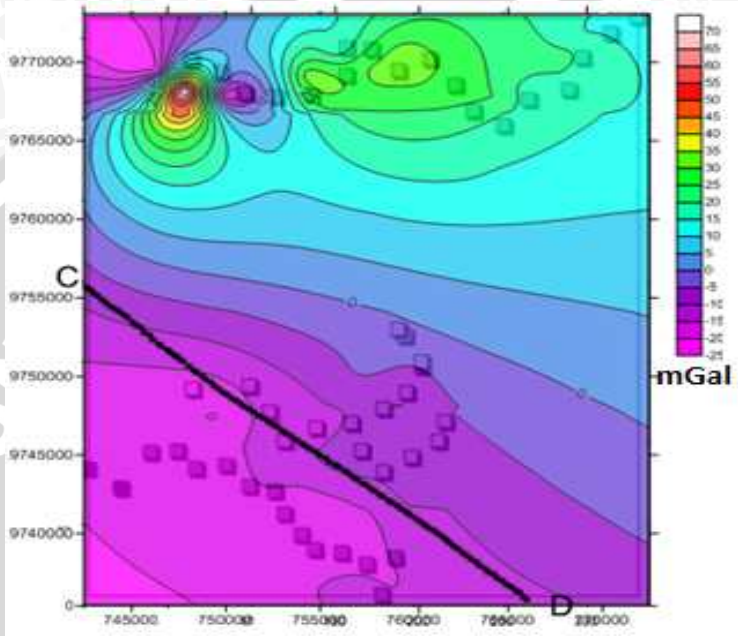
Sedangkan untuk Gambar 4.13 adalah pemodelan 2D untuk gambaran bawah permukaan *cross section* lintasan 1 dengan error (toleransi kesalahan) sebesar 4,05%. Pola tinggian dan rendahan pada model di atas menunjukkan perkiraan formasi batuan dan juga menunjukkan adanya keberadaan sesar/patahan yang membentuk daerah tersebut. Hal ini dapat terlihat dari gambar kontur anomali sisa yang menunjukkan pola yang sama dengan pola garis pada Grav2dc. Sumbu X merupakan jarak, sedangkan sumbu Y positif merupakan nilai anomali Bouguer dan sumbu Y negatif merupakan kedalaman. Dimana untuk pola tinggian berada pada jarak 3000–6750 meter dan jarak 10750–24000 meter sedangkan untuk pola rendahan berada pada jarak 0–3000 meter dan jarak 6750–10750 meter. Kedalaman yang digunakan berada pada kedalaman 0–4000 meter. Nilai anomali terkecil pada nilai -25 mGal dan nilai anomali tertinggi pada nilai 43,4 mGal.



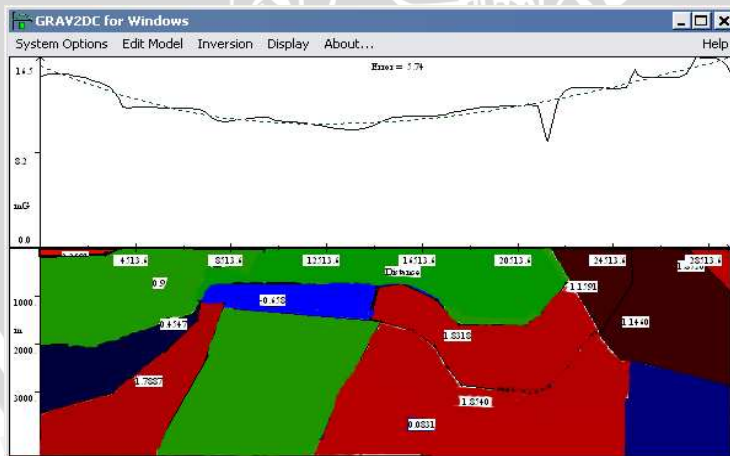
Pola tinggian dapat diasumsikan sebagai bukit dan pola rendahan dapat diasumsikan sebagai lembah. Analisis pola tinggian (bukit) ditunjukkan dengan adanya sesar pada daerah berwarna merah dan biru tua yang juga menunjukkan densitas yang berbeda sesuai dengan korelasi peta geologi maka untuk daerah tersebut diperkirakan terdapat sesar normal pada kedalaman 2000 meter, pola sesar normal diperkirakan juga terdapat pada kedalaman 3000 meter ditandai dengan pola batuan berwarna coklat dan juga coklat tua dimana antara kedua batuan tersebut terjadi *folding* (keadaan batuan yang terlipat atau seperti melengkung dan terdapat batuan dibawahnya) sesuai dengan peta geologi maka daerah tersebut beranomali tinggi dengan dominasi batuan adalah batuan basement yaitu *schist* (batuan sedimen vulkanik) yang ditunjukkan dengan warna ungu muda pada peta geologi sedangkan pada grav2dc ditunjukkan dengan pola warna coklat sampai coklat tua, sesar normal ini berarah dari utara ke baratdaya. Pada pola rendahan didominasi oleh batuan pasir dan juga batuan alluvium, sedangkan pada pola tinggian didominasi oleh batuan schist dengan sedikit batuan pasir pada pola batuan yang mengalami *folding*.



### 4.3.2.2 Interpretasi Kuantitatif Penampang Anomali Gayaberat Lintasan CD



Gambar 4.14 Lintasan pengukuran 2 dan 3



Gambar 4.15 Model 2D cross section 2 dan 3

Gambar 4.14 merupakan anomali sisa untuk *cross section* lintasan pengukuran 2 dan 3 (*line 2 & line 3*) dimana jangkauan anomali di lintasan tersebut berkisar pada nilai 0–16,5 mGal (nilai anomali rendah) yang ditandai dengan daerah berwarna ungu muda hingga ungu tua dimana dominasi anomali berada pada daerah berwarna ungu.

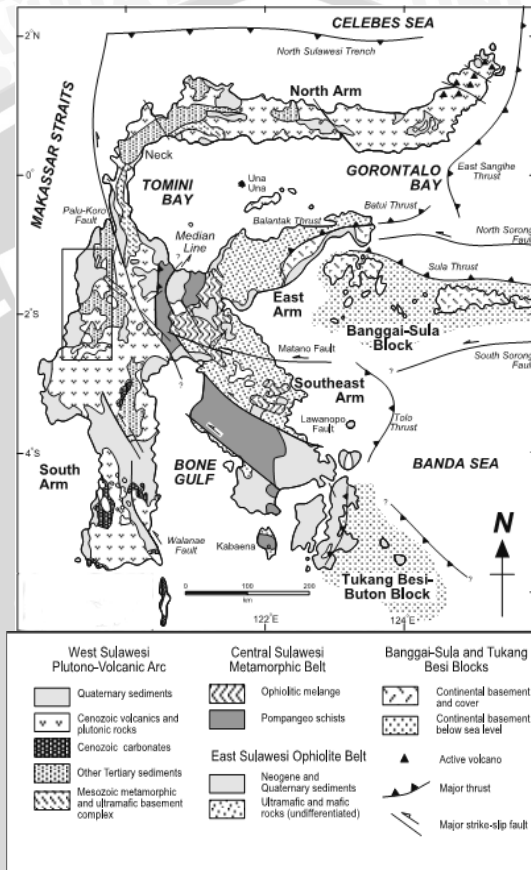
Sedangkan untuk Gambar 4.15 adalah pemodelan 2D untuk gambaran bawah permukaan *cross section* lintasan 2 dan 3 dengan error (toleransi kesalahan) sebesar 5,74 % . Pola yang terlihat pada model ini cenderung berupa daerah rendahan, pola tinggian terlihat pada ujung keduanya. Pola pada grav2dc mempunyai kemiripan dengan pola pada gambar anomali Bouguer, yang tergambar dengan keadaan yang cekung, hal ini diperkirakan terdapat patahan besar di tengah-tengahnya dengan nilai anomali rendah yang ditandai dengan warna dominan ungu hingga ungu muda. Dimana untuk pola rendahan tersebut berada pada jarak 4500–24500 meter sedangkan untuk pola tinggian berada pada nilai 1000meter dan 26500 meter. Pola rendahan paling mencolok terlihat pada jarak antara 20500–22500 meter, diperkirakan ada patahan besar pada jangkauan tersebut .Dengan kedalaman yang digunakan berada pada kedalaman 0–4000 meter. Nilai anomali terkecil pada nilai 0 mGal dan nilai anomali tertinggi pada nilai 16,5 mGal.

Pola tinggian dapat diasumsikan sebagai bukit dan pola rendahan dapat diasumsikan sebagai lembah. Analisis pola tinggian (bukit) ditunjukkan dengan adanya sesar pada daerah berwarna biru tua dengan merah tua dan pada kontak batuan berwarna biru muda dan hijau muda, keduanya dimungkinkan merupakan sesar normal beararah barat daya ke tenggara meskipun pada program grav2dc kelihatannya warnanya berbeda, akan tetapi pada kenyataannya jenis batuanya sama yaitu batuan pasir (biru tua, biru, merah) namun karena adanya *folding* dan sesar maka terjadi kontak batuan dan terpengaruh densitas batuan yang mengalami kontak dengan batuan barkaitan, yaitu dengan pola berwarna hijau yang merupakan batuan konglomerat sedangkan pada pola bagian bawah yaitu merah tua, hijau, merah tua dan biru merupakan batuan lempung pasir. Pada daerah tersebut diperkirakan terdapat sesar normal pada kedalaman 1500–3500 meter, dimana diantara kedua batuan tersebut terjadi *folding* (keadaan batuan yang terlipat atau seperti melengkung dan terdapat batuan dibawahnya), pola sesar normal (sesar naik) juga

terdapat pada kedalaman 0–3000 meter ditandai dengan pola batuan berwarna coklat dan juga coklat tua sesuai dengan peta geologi maka daerah tersebut beranomali tinggi dengan dominasi batuan adalah batuan konglomerat, batuan pasir dan juga batuan lempung pasiran, pada peta geologi, ketiganya ditandai dengan warna coklat tua, kuning dan hijau. Sesar normal ini berarah dari baratdaya ke tenggara. Pada pola rendahan didominasi oleh batuan lempung pasiran dan juga batuan pasir, sedangkan pada pola tinggian didominasi oleh batuan konglomerat. Pola sayatan pada lintasan 2 dan lintasan 3 pada model ini digabungkan menjadi satu sayatan karena pola persebaran yang mirip sehingga diambil miring diantara persebaran data antara kedua lintasan tersebut.



#### 4.4 Struktur Regional Daerah Penelitian Berdasarkan Model 2D



Gambar 4.16 Geologi Struktur pulau Sulawesi (Calvert dkk, 2007)

Sulawesi terletak pada pertemuan 3 lempeng besar, yaitu IndoAustralia serta sejumlah lempeng kecil (lempeng Filipina) yang menyebabkan kondisi tektoniknya sangat sangat kompleks. Kumpulan batuan dari busur kepulauan batuan Bancuh, kepulauan Ophiolit, dan bongkah dari mikrokontinen terbawa bersama proses penunjaman, tubrukan, serta proses tektonik (Van Leeuwen, 1994).

Sedangkan perkembangan evolusi geologi untuk pulau Sulawesi dapat dibedakan menjadi 4 jalur tektonik yaitu, jalur kontinental Banggai-Sula, meliputi Sulawesi bagian timur dan Sulawesi bagian tengah, jalur vulkanik dan plutonik meliputi daerah Sulawesi Utara. Kemudian Sulawesi Tengah bagian barat dan Sulawesi Selatan. Jalur vulkanik plutonik tersebut identik dengan M Mandala Sulawesi Barat (Sukanto, 1982).

Keadaan struktur regional daerah penelitian secara umum berupa daerah tinggian dan rendahan, dimana daerah tinggian berada dibagian atas (utara) dan daerah rendahan berada dibagian bawah (selatan). Hal ini sesuai dengan korelasi antara peta geologi daerah penelitian dengan model 2D yang telah dijelaskan di atas. Dengan anomali Bouguer terbesar berarah dari barat ke timur dan anomali terkecil berarah dari barat laut ke arah tenggara.

Daerah penelitian merupakan bagian dari *west Sulawesi Plutonic Volcanic Arc* yang juga merupakan bagian dari busur magnetik barat yang merupakan bagian ujung timur Paparan Sunda. dengan formasi batuan yang membentuk berupa sedimen *Quaternary*, batuan *cenozoic volcanic*, batuan *plutonic* serta batuan sedimen *Tertiary* lainnya. Dominasi batuan penyusun pada daerah penelitian terdiri dari batuan *cenozoic volcanic* dan batuan sedimen *Quaternary*. Pada bagian atas (lintasan 1) dominasi batuan berupa batuan alluvium dan koluvium serta batuan *schist* yang merupakan batuan sedimen vulkanik yang merupakan komponen dari batuan sedimen *Quaternary* sedangkan pada bagian bawah (lintasan 2 dan lintasan 3) dominasi batuan berupa batuan konglomerat, batuan pasir, batuan lempung pasir dengan sedikit sisipan batuan alluvium dan batuan *schist* yang merupakan komponen dari batuan *cenozoic volcanic*.

Pengaruh tumbukan lempeng Pasifik, Benua Asia dan Australia terhadap Sulawesi adalah bersatunya bagian barat dan bagian timur Sulawesi yang berbentuk huruf "K", terbentuknya jalur gunungapi dalam Mandala Geologi Sulawesi Barat, serta terjadinya sesar Palu-Koro yang berarah barat laut-tenggara. Di daerah Sulawesi Barat berkembang beberapa sesar ikutan atau sesar sekunder yang berarah hampir barat-timur (Anonymous, 2010).

Peristiwa tersebut kemungkinan besar telah berlangsung sejak awal Miosen Tengah, kemudian menurun perlahan selama sedimentasi sampai Kala Pliosen. Menurunnya Terban Walanae dibatasi oleh dua sistem sesar normal, yaitu sesar Walanae yang seluruhnya tampak hingga sekarang di sebelah timur, dan sesar Soppeng yang hanya tersingkap tidak menerus di sebelah barat. Selama terbentuknya Terban Walanae, di sebelah timur kegiatan gunungapi hanya terjadi di bagian selatan, sedangkan di sebelah barat terjadi kegiatan gunungapi yang merata dari selatan hingga ke utara yang berlangsung dari Miosen Tengah sampai Plistosen. Bentuk kerucut gunungapi ini masih dapat diamati di daerah sebelah barat dengan kenampakan berupa tebing melingkar mengelilingi Gunung Benrong, di utara Gunung Tondongkarambu, yang dimungkinkan adalah sisa kaldera (Sukamto, 1982).

Akibat terjadinya proses geologi tersebut maka terbentuk formasi geologi daerah penelitian. Jika diklasifikasikan berdasarkan umur batuan maka terdapat 4 umur utama yaitu pada masa *pliocene*, masa *miocene*, masa *oligocene*, dan masa *eocene*. Pada masa *pliocene* dan masa *miocene* terbentuk formasi Lisu yang didalamnya tersusun dari beberapa batuan, antara lain, formasi Pasangkayu yang terdiri dari lumpur laut dan lumpur terestrial, batuan konglomerat, batuan lempung dimana formasi diatas merupakan bentukan dari batuan kapur/gamping dan batuan alluvium. Sedangkan pada masa *oligocene* dan masa *eocene* terbentuk formasi Toraja yang didalamnya tersusun atas lumpur laut dan formasi Budong-budong yang didalamnya tersusun dari sedimen benua, lumpur laut, dan batuan konglomerat. Dan juga terdiri dari formasi Kalumpang yang didalamnya terdiri dari batuabara dan batuan fluvial klastik.

Formasi Toraja merupakan anggota Rantepao. Formasi Toraja diendapkan bersamaan dengan formasi Toraja terdiri dari batuan gamping numulites dan batuan gamping terhablur ulang, sebagian tergerus, dan berumur Eosen. Formasi Mapi diendapkan secara tidak selaras dengan posisi yang berada di atas formasi Toraja dan anggota Rantepao, formasi Toraja, terdiri dari batuan pasir tufaan, batuan lanau, batuan lempung, batuan gamping pasiran dan konglomerat.

Kedua formasi yang membentuk formasi Toraja tersebut merupakan bagian dari batuan gamping dan batuan alluvium. Sedangkan untuk basement yang terbentuk merupakan batuan *schist* yang merupakan batuan sedimen vulkanik dimana didalamnya tersusun dari batuan cretaceous dan batuan metamorfik (keduanya membentuk basement *schist/mesozoic*). Keadaan batuan-batuan dan formasi-formasi inilah yang disebut sebagai bagian dari stratigrafi *cenozoic* dari busur magnetik barat di Sulawesi Barat.

Keberadaan batuan sedimen vulkanik, batuan gamping yang terbentuk di daerah penelitian membuktikan bahwa pada zaman dahulu terbentuk gunung yang membentang dari utara ke selatan dari daerah penelitian. Dimana pada keadaan saat ini bagian utara berupa bagian tinggian dan bagian selatan berupa bagian rendahan, maka dapat diperkirakan bagian utara merupakan bagian tinggian dari gunung yang pernah ada di daerah penelitian dan daerah selatan berupa bagian rendahan dari gunung tersebut (lembah). Selain itu, adanya sesar utama yang berupa sesar normal (baik di bagian utara ataupun bagian selatan dari daerah penelitian) juga turut membentuk daerah penelitian. Keberadaan sesar ini membentuk *basin* atau antiklin dengan arah sesar berarah dari Utara ke Baratdaya dengan sudut kontraksi sesar yang tinggi (*high angle contractional fault*) berada pada sekitar  $20^{\circ}$ - $25^{\circ}$ , sehingga dapat diperkirakan kemungkinan adanya antiklin pada daerah penelitian.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan:

1. Kontras nilai anomali Bouguer daerah Sulawesi Barat berkisar antara 24 mGal sampai 58 mGal untuk kontras anomali sisa -25 mGal sampai 70 mGal. Pola ini mempunyai kelurusan sesar utama berupa sesar normal berarah barat-timur dan baratdaya-tenggara.
2. Berdasarkan hasil interpretasi model 2D, batuan penutup pada daerah penelitian adalah batuan schist dengan ketebalan kurang lebih 1 km. Anomali tinggi tersusun oleh batuan *limestone* dan alluvium yang berarah dari Barat ke timur. Sedangkan anomali rendah berupa batuan konglomerat, batuan pasir dan batuan lempung pasiran serta batuan *schist* dengan arah barat daya ke tenggara. Hal ini sesuai dengan peta geologi, dengan formasi utama yang terbentuk adalah formasi Lisu dan formasi Toraja.
3. Pada daerah penelitian dimungkinkan adanya keberadaan antiklin yang ditandai dengan sesar normal yang besar berarah dari Utara ke Baratdaya dengan sudut kontraksi sebesar  $20^{\circ}$ - $25^{\circ}$ .

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan peneliti juga membandingkan dengan metode lain serta data pendukung yang lebih lengkap sehingga data semakin akurat dan penggambaran struktur geologi dapat dilakukan dengan lebih detail.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR PUSTAKA

- Adkins J., Sulardi, Saïd H., dan Untung M., 1978. *A Regional Gravity Base Station Network for Indonesia*, Geology Survey of Indonesia, Direktorat Geologi, Direktorat Jendral Pertambangan Umum Departemen Pertambangan dan Energi.
- Anonymous. <http://aryafatta.wordpress.com/struktur-geologi-sulbar>. Diakses tanggal 12 Mei 2010.
- Anonymous. <http://zoomworldimage.blogspot.com/2011/04/prosedur-pemesanan-citra-untuk.html>. Diakses tanggal 23 Juni 2011.
- Blakely, R.J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*. Cambridge University Press. USA.
- Calvert, Stephen John., dan Hall, Robert. 2007. *Cenozoic Evolution of the Lariang and Karama Regions, North Makassar Basin, western Sulawesi, Indonesia*. Marathon Oil. United Kingdom.
- Dampney, C.N.G. 1969. *The Equivalent Source Technique*. Geophysics Vol.34 No.1. New York. USA.
- Hadipandoyo, Sasongko. 2004. *In-House Training Gravity*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Pusdiklat Migas Cepu. Bora.
- Hidayat, Rahmat., Adhi, Wisnu., dan Bachriadi, Dianto. 2005. *Seri Pemanduan Pemetaan Partisipatif: No.4 Geografi dan Koordinat Peta*. Garis Pergerakan. Bandung.
- Kadir, WGA. 1999. *Survey Gravitasi 4D dan Dinamika Sumber Bawah Permukaan : Proceeding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia*, 94-99.
- Kirbani, SB. 2001. *Panduan Workshop Eksplorasi Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Laboratorium Geofisika Fakultas MIPA UGM. Yogyakarta.
- Kurniati, Asih, Aulia Kharisma N, Dyan Vicky Sandhi, Hendra Irwansyah, Riky Hendrawan Bayu, dan Suwondo. 2008.

*Modul Workshop Geofisika. Jurusan Fisika. Universitas Brawijaya. Malang.*

- Mutiara A, Ira. 2004. *Bab IV : Proyeksi Peta*. Pendidikan dan Pelatihan (DIKLAT) Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Parasnis, D.S. 1986. *Principles of Applied Geophysics. 4<sup>th</sup> edition*. Chapman and Hall Ltd. London.
- Sarpeii, Benyamin. 2005. *Kuliah Geologi Struktur*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sompotan, F.Armstrong. 2010. *Kuliah Geologi Struktur : Formasi Geologi Sulawesi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sukamto, RAB, 1982. *Geologi Lembar Sulawesi Barat*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi Departemen dan Energi. Bandung.
- Telford, W.M., L.P Geldart, R.E Sheriff, dan D.A Keys. 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge. USA.
- Torge, Wolfgang.1989. *Gravimetry*. New York. USA.
- Untoro, Yudistira, T. 2005. *Petunjuk Praktikum Gravitasi dan Geomaget*. Laboratorium Geofisika Terapan. ITB.
- Untung, Mohammad. 2001. *Dasar-Dasar Magnet dan Gaya Berat Beserta Penerapannya*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Van Leeuwen, T.M., 1994. *25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia*. Journal of Geochemical Exploration. USA.

## LAMPIRAN 1

**Tabel 1.1 Data Pengukuran Lintasan 1 Daerah Sulawesi Barat**

**Tabel 1.1.1 Data Konversi Awal**

| No | Stasiun | Waktu |       | h<br>(m) | Pembacaan<br>alat | mGal     | Tidal  |
|----|---------|-------|-------|----------|-------------------|----------|--------|
|    |         | Jam   | Menit |          |                   |          |        |
| 1  | BASE    | 9     | 30    | 14       | 1650.05           | 1673.255 | 0.052  |
| 2  | K1      | 10    | 0     | 17       | 1648.48           | 1671.663 | 0.042  |
| 3  | K2      | 10    | 15    | 19       | 1647.4            | 1670.568 | 0.036  |
| 4  | K3      | 10    | 30    | 23       | 1646.04           | 1671.216 | 0.031  |
| 5  | K4      | 10    | 52    | 22       | 1646.06           | 1669.209 | 0.023  |
| 6  | K5      | 11    | 10    | 27       | 1646.29           | 1669.442 | 0.017  |
| 7  | K6      | 11    | 27    | 28       | 1646.55           | 1669.706 | 0.011  |
| 8  | K7      | 11    | 45    | 26       | 1647.18           | 1670.345 | 0.005  |
| 9  | K8      | 12    | 1     | 23       | 1647.69           | 1670.862 | 0      |
| 10 | K9      | 12    | 20    | 24       | 1648.04           | 1671.216 | -0.005 |
| 11 | K10     | 12    | 45    | 30       | 1648.27           | 1671.45  | -0.01  |
| 12 | K11     | 13    | 0     | 34       | 1648.75           | 1671.937 | -0.013 |
| 13 | K12     | 13    | 36    | 42       | 1648.41           | 1671.592 | -0.016 |
| 14 | BASE    | 15    | 33    | 14       | 1649.74           | 1672.941 | 0      |

**Tabel 1.1.2 Data Koreksi Gravitasi**

| Gravitasi |         |            |
|-----------|---------|------------|
| Koreksi   | Selisih | G.Obs      |
| 1673.307  | 0       | 978045.8   |
| 1671.705  | -1.602  | 978044.198 |
| 1670.604  | -2.703  | 978043.097 |
| 1671.247  | -2.06   | 978043.74  |
| 1669.232  | -4.075  | 978041.725 |
| 1669.459  | -3.848  | 978041.952 |
| 1669.717  | -3.59   | 978042.21  |
| 1670.35   | -2.957  | 978042.843 |
| 1670.862  | -2.445  | 978043.355 |
| 1671.211  | -2.096  | 978043.704 |
| 1671.44   | -1.867  | 978043.933 |
| 1671.924  | -1.383  | 978044.417 |
| 1671.576  | -1.731  | 978044.069 |
| 1672.941  | -0.366  | 978045.434 |

**Tabel 1.1.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer**

| G.Normal   | Koreksi |          |        |         | Anomali Bouguer |
|------------|---------|----------|--------|---------|-----------------|
|            | FAC     | Bouguer  | CC     | Terrain |                 |
| 978040.244 | 4.3204  | 0.157343 | 2.7538 | 0       | 8.3098          |
| 978040.237 | 5.2462  | 0.203027 | 3.3439 | 0       | 7.3049          |
| 978040.31  | 5.8634  | 0.227109 | 3.7373 | 0.001   | 6.5253          |
| 978040.296 | 7.0978  | 0.274921 | 4.5241 | 0       | 7.9681          |
| 978040.384 | 6.7892  | 0.262968 | 4.3274 | 0.002   | 5.6704          |
| 978040.509 | 8.3322  | 0.322734 | 5.3109 | 0.025   | 6.7789          |
| 978040.598 | 8.6408  | 0.334687 | 5.5076 | 0.024   | 7.1436          |
| 978040.664 | 8.0236  | 0.310781 | 5.1142 | 0.028   | 7.3212          |
| 978040.327 | 7.0978  | 0.274921 | 4.5241 | 0.104   | 7.6561          |
| 978040.406 | 7.4064  | 0.286874 | 4.7208 | 0.295   | 8.3138          |
| 978040.724 | 9.258   | 0.358593 | 5.901  | 0.159   | 9.269           |
| 978040.694 | 10.4924 | 0.406405 | 6.687  | 0.496   | 10.906          |
| 978040.86  | 12.9612 | 0.50203  | 8.2614 | 0.363   | 11.8334         |
| 978040.244 | 4.3204  | 0.167343 | 2.7538 | 0       | 7.9438          |

**Tabel 1.2 Data Pengukuran Lintasan 2 Daerah Sulawesi Barat****Tabel 1.2.1 Data Konversi Awal**

| No | Stasiun | Waktu |       | h (m) | Pembacaan alat | mGal     | Tidal  |
|----|---------|-------|-------|-------|----------------|----------|--------|
|    |         | Jam   | Menit |       |                |          |        |
| 1  | BASE    | 9     | 10    | 21    | 1733.757       | 1757.738 | 0.116  |
| 2  | B1      | 10    | 0     | 13    | 1686.094       | 1709.867 | 0.105  |
| 3  | B2      | 10    | 23    | 28    | 1689.602       | 1713.365 | 0.095  |
| 4  | B3      | 10    | 37    | 23    | 1694.713       | 1819.961 | 0.088  |
| 5  | B4      | 10    | 56    | 19    | 1700.392       | 1724.308 | 0.078  |
| 6  | B5      | 11    | 10    | 22    | 1711.841       | 1735.918 | 0.069  |
| 7  | B6      | 11    | 21    | 20    | 1729.802       | 1767.647 | 0.062  |
| 8  | B7      | 11    | 33    | 22    | 1743.128       | 1754.133 | 0.054  |
| 9  | B8      | 11    | 44    | 36    | 1743.402       | 1767.925 | 0.047  |
| 10 | B9      | 11    | 53    | 27    | 1750.957       | 1775.587 | 0.04   |
| 11 | B10     | 12    | 2     | 28    | 1745.562       | 1770.116 | 0.033  |
| 12 | B11     | 12    | 25    | 33    | 1740.917       | 1765.405 | 0.017  |
| 13 | B12     | 12    | 39    | 37    | 1735.674       | 1760.088 | 0.007  |
| 14 | B13     | 12    | 53    | 30    | 1742.702       | 1767.215 | -0.002 |
| 15 | B14     | 13    | 10    | 40    | 1734.599       | 1758.998 | -0.012 |
| 16 | B15     | 13    | 25    | 39    | 1736.019       | 1760.439 | -0.02  |
| 17 | B16     | 13    | 37    | 42    | 1728.19        | 1752.498 | -0.027 |
| 18 | B17     | 13    | 55    | 44    | 1724.914       | 1749.176 | -0.035 |
| 19 | BASE    | 15    | 14    | 21    | 1734.335       | 1758.73  | -0.049 |

**Tabel 1.2.2 Data Koreksi Gravitasi**

| Gravitasi |         |            |
|-----------|---------|------------|
| Koreksi   | Selisih | G.Obs      |
| 1757.854  | 0       | 978105.4   |
| 1709.972  | -47.882 | 978057.518 |
| 1713.46   | -44.394 | 978061.006 |
| 1820.049  | 62.195  | 978167.595 |
| 1724.386  | -33.468 | 978071.932 |
| 1735.987  | -21.867 | 978083.533 |
| 1767.709  | 9.855   | 978115.255 |
| 1754.187  | -3.667  | 978101.733 |
| 1767.972  | 10.118  | 978115.518 |
| 1775.627  | 17.773  | 978123.173 |
| 1770.149  | 12.295  | 978117.695 |
| 1765.422  | 7.568   | 978112.968 |
| 1760.095  | 2.241   | 978107.641 |
| 1767.213  | 9.359   | 978114.759 |
| 1758.986  | 1.132   | 978106.532 |
| 1760.419  | 2.565   | 978107.965 |
| 1752.471  | -5.383  | 978100.017 |
| 1749.141  | -8.713  | 978096.687 |
| 1758.681  | 0.827   | 978106.227 |

**Tabel 1.2.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer**

| G.Normal   | Koreksi |          |        |         | Anomali Bouguer |
|------------|---------|----------|--------|---------|-----------------|
|            | FAC     | Bouguer  | CC     | Terrain |                 |
| 978038.61  | 6.4806  | 0.251015 | 4.1307 | 0.088   | 70.9207         |
| 978038.649 | 4.0118  | 0.15539  | 2.5571 | 0.206   | 21.4261         |
| 978038.701 | 8.6408  | 0.334687 | 5.5076 | 0.04    | 27.8126         |
| 978038.78  | 7.0978  | 0.274921 | 4.5241 | 0.028   | 133.3391        |
| 978038.507 | 5.8634  | 0.227109 | 3.3737 | 0.004   | 36.7987         |
| 978038.514 | 6.7892  | 0.262968 | 4.3274 | 0.038   | 49.3464         |
| 978038.714 | 6.172   | 0.239062 | 3.934  | 0.038   | 80.475          |
| 978038.616 | 6.7892  | 0.262968 | 4.3274 | 0.051   | 67.4444         |
| 978038.688 | 11.1096 | 0.430311 | 7.0812 | 0.033   | 83.9112         |
| 978038.649 | 8.3322  | 0.322734 | 5.3109 | 0.051   | 89.8349         |
| 978038.474 | 8.6408  | 0.334687 | 5.5076 | 0.047   | 84.7286         |
| 978038.847 | 10.1838 | 0.394452 | 6.4911 | 0.026   | 80.6121         |
| 978038.906 | 11.482  | 0.442265 | 7.2779 | 0.113   | 76.0129         |
| 978038.527 | 9.258   | 0.358593 | 5.901  | 0.144   | 82.133          |
| 978038.77  | 12.344  | 0.478124 | 7.868  | 0.161   | 75.63           |
| 978038.642 | 12.0354 | 0.466171 | 7.6713 | 0.155   | 76.9943         |
| 978038.544 | 12.9612 | 0.50203  | 8.2614 | 0.189   | 69.7344         |
| 978038.486 | 13.5784 | 0.525936 | 8.6548 | 0.013   | 66.8558         |
| 978038.61  | 6.4806  | 0.251015 | 4.1307 | 0.088   | 71.7477         |

**Tabel 1.3 Data Pengukuran Lintasan 3 Daerah Sulawesi Barat****Tabel 1.3.1 Data Konversi Awal**

| No | Stasiun | Waktu |       | h<br>(m) | Pembacaan<br>alat | mGal     | Tidal  |
|----|---------|-------|-------|----------|-------------------|----------|--------|
|    |         | Jam   | Menit |          |                   |          |        |
| 1  | BASE    | 9     | 33    | 37       | 1643.64           | 1666.755 | 0.153  |
| 2  | T1      | 9     | 41    | 20       | 1648.08           | 1671.257 | 0.154  |
| 3  | T2      | 9     | 51    | 24       | 1647.63           | 1670.801 | 0.155  |
| 4  | T3      | 10    | 1     | 26       | 1646.4            | 1669.554 | 0.154  |
| 5  | T4      | 10    | 12    | 19       | 1651.74           | 1674.969 | 0.153  |
| 6  | T5      | 10    | 24    | 65       | 1644.67           | 1667.799 | 0.15   |
| 7  | T6      | 10    | 42    | 18       | 1658.3            | 1681.621 | 0.142  |
| 8  | T7      | 10    | 55    | 23       | 1662.68           | 1686.063 | 0.139  |
| 9  | T8      | 11    | 0     | 23       | 1667.19           | 1690.637 | 0.137  |
| 10 | T9      | 12    | 3     | 47       | 1664.18           | 1687.584 | 0.092  |
| 11 | T10     | 12    | 15    | 37       | 1667.52           | 1690.971 | 0.081  |
| 12 | T11     | 12    | 28    | 22       | 1671.64           | 1695.149 | 0.068  |
| 13 | T12     | 13    | 13    | 25       | 1653.9            | 1677.16  | 0.026  |
| 14 | T13     | 13    | 26    | 33       | 1651.48           | 1674.705 | 0.014  |
| 15 | T14     | 13    | 35    | 34       | 1654.82           | 1678.092 | 0.005  |
| 16 | T15     | 13    | 49    | 36       | 1657.92           | 1681.236 | -0.008 |
| 17 | T16     | 14    | 21    | 27       | 1661.31           | 1684.674 | -0.036 |
| 18 | BASE    | 15    | 30    | 37       | 1643.73           | 1666.846 | -0.071 |

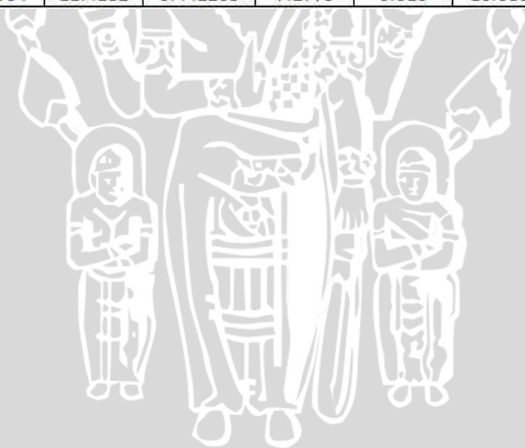
**Tabel 1.3.2 Data Koreksi Gravitasi**

| Gravitasi |         |            |
|-----------|---------|------------|
| Koreksi   | Selisih | G.Obs      |
| 1666.908  | 0       | 978042.9   |
| 1671.411  | 4.503   | 978047.403 |
| 1670.956  | 4.048   | 978046.948 |
| 1669.708  | 2.8     | 978045.7   |
| 1675.122  | 8.214   | 978051.114 |
| 1667.949  | 1.041   | 978043.941 |
| 1681.763  | 14.855  | 978057.755 |
| 1686.202  | 19.294  | 978062.194 |
| 1690.774  | 23.866  | 978066.766 |
| 1687.676  | 20.768  | 978063.668 |
| 1691.052  | 24.144  | 978067.044 |
| 1695.217  | 28.309  | 978071.209 |
| 1677.186  | 10.278  | 978053.178 |
| 1674.719  | 7.811   | 978050.711 |
| 1678.097  | 11.189  | 978054.089 |
| 1681.228  | 14.32   | 978057.22  |
| 1684.638  | 17.73   | 978060.63  |
| 1666.775  | -0.133  | 978042.767 |



**Tabel 1.3.3 Data Koreksi-Koreksi dan Anomali Bouguer**

| G.Normal   | Koreksi |          |         |         | Anomali Bouguer |
|------------|---------|----------|---------|---------|-----------------|
|            | FAC     | Bouguer  | CC      | Terrain |                 |
| 978039.978 | 11.4182 | 0.442265 | 7.2779  | 0.016   | 10.1999         |
| 978039.964 | 6.172   | 0.239062 | 3.334   | 0.023   | 10.773          |
| 978040.07  | 7.4061  | 0.286874 | 4.7208  | 0.057   | 6.878           |
| 978040.194 | 8.0236  | 0.310781 | 5.1142  | 0.059   | 10.6202         |
| 978040.144 | 5.8634  | 0.227109 | 3.7373  | 0.018   | 14.7373         |
| 978039.796 | 20.059  | 0.776952 | 12.7855 | 0.018   | 16.9305         |
| 978040.057 | 5.5548  | 0.215156 | 3.5406  | 0.026   | 21.2386         |
| 978039.986 | 7.0978  | 0.274921 | 4.5241  | 0.022   | 26.7321         |
| 978039.878 | 7.0978  | 0.274921 | 4.5241  | 0.03    | 31.4121         |
| 978039.857 | 14.5042 | 0.563206 | 9.2449  | 0.03    | 33.0559         |
| 978039.757 | 11.4182 | 0.442265 | 7.2779  | 0.052   | 34.5649         |
| 978039.723 | 6.7982  | 0.262968 | 4.3274  | 0.05    | 35.8134         |
| 978040.237 | 7.715   | 0.298828 | 4.9175  | 0.053   | 17.8585         |
| 978040.325 | 10.1838 | 0.394452 | 6.4911  | 0.155   | 16.8771         |
| 978040.266 | 10.4924 | 0.406405 | 6.6878  | 0.154   | 20.5108         |
| 978040.194 | 11.1096 | 0.430312 | 7.0812  | 0.258   | 24.1072         |
| 978040.107 | 8.3322  | 0.322734 | 5.3109  | 0.285   | 25.8339         |
| 978039.964 | 11.4182 | 0.442265 | 7.2779  | 0.016   | 10.0809         |



## LAMPIRAN 2

Tabel 2.1 Densitas Bulk Untuk Batuan dan Mineral

| Batuan                    | Mineral         | Densitas Bulk (Kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|-----------------|------------------------------------|
| <b>Sediments</b>          |                 |                                    |
|                           | Unconsolidated  | 1400 – 2300                        |
|                           | Sandstone       | 2000 – 2700                        |
|                           | Limestone       | 2500 – 2800                        |
|                           | Claystone       | 2500 - 2800                        |
|                           | Brown Coal      | 1000 – 1500                        |
|                           | Bituminous Coal | 1200 – 1800                        |
| <b>Effusive rocks</b>     |                 |                                    |
|                           | Basalt          | 2700 – 3300                        |
|                           | Diabase         | 2800 – 3100                        |
| <b>Intrusive Rocks</b>    |                 |                                    |
|                           | Granite         | 2500 – 2800                        |
|                           | Gabbro          | 2800 – 3100                        |
|                           | Peridorite      | 3100 – 3300                        |
| <b>Metamorphose Rocks</b> |                 |                                    |
|                           | Slate           | 2500 – 2900                        |
|                           | Greis           | 2600 – 3100                        |
| <b>Mineral</b>            |                 |                                    |
|                           | Rock salt       | 2100 – 2400                        |
|                           | Orhydrite       | 2900 – 3600                        |
|                           | Sphelelite      | 3900 – 4200                        |
|                           | Choleopyrite    | 4100 – 4300                        |
|                           | Chromite        | 4300 – 4600                        |

(Torge, 1989)

**Tabel 2.2 Nilai Densitas Batuan**

| <b>Batuan /Mineral</b> | <b>Densitas (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | <b>Densitas Rata-rata (gr/cm<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------|-------------------------------------|---|
| <b>Batuan Beku</b>     |                                     |   |
| Andesit                | 2.40 – 2.80                         | 2.61  |
| Basalt                 | 2.70 – 3.30                         | 2.99  |
| Diorit                 | 2.72 – 2.99                         | 2.85  |
| Gabro                  | 2.70 – 3.50                         | 3.03  |
| Granit                 | 2.50 – 2.81                         | 2.64  |
| Lava                   | 2.70 – 3.00                         | 2.90  |
| Porfiritik             | 2.60 – 2.89                         | 2.74  |
| <b>Batuan Sedimen</b>  |                                     |   |
| Lempung                | 1.63 – 2.60                         | 1.70  |
| Kerakal                | 1.70 – 2.40                         | 1.95  |
| Pasir                  | 1.70 – 2.30                         | 1.6   |
| Lanau                  | 1.80 – 2.20                         | 1.43  |
| Batuan Pasir           | 1.61 – 2.76                         | 2.35  |
| Batu Gamping           | 1.93 – 2.90                         | 1.93  |
| Aluvium                | 1.20 – 2.40                         | 1.80  |
| <b>Batuan Malihan</b>  |                                     |   |
| Kuarsa                 | 2.50 – 2.70                         | 2.60  |
| Granulit               | 2.52 – 2.73                         | 2.65  |
| Marmar                 | 2.60 – 2.90                         | 2.75  |

(Telford, 1976)

### LAMPIRAN 3

Tabel 3.1 Konversi ke Satuan mGal Gravimeter Tipe G-1053

| COUNTER READ | VALUE IN mGalS | FACTOR INRTERVAL |
|--------------|----------------|------------------|
| 0            | 0              | 1.01437          |
| 100          | 101.44         | 1.0143           |
| 200          | 202.87         | 1.01423          |
| 300          | 304.29         | 1.01412          |
| 400          | 405.71         | 1.01411          |
| 500          | 507.12         | 1.01406          |
| 600          | 608.52         | 1.01402          |
| 700          | 709.93         | 1.0139           |
| 800          | 811.32         | 1.01396          |
| 900          | 912.72         | 1.01394          |
| 1000         | 1014.11        | 1.01394          |
| 1100         | 1115.51        | 1.01394          |
| 1200         | 1216.9         | 1.01396          |
| 1300         | 1318.3         | 1.01398          |
| 1400         | 1419.7         | 1.01401          |
| 1500         | 1521.1         | 1.01404          |
| 1600         | 1622.5         | 1.01409          |
| 1700         | 1723.91        | 1.01413          |



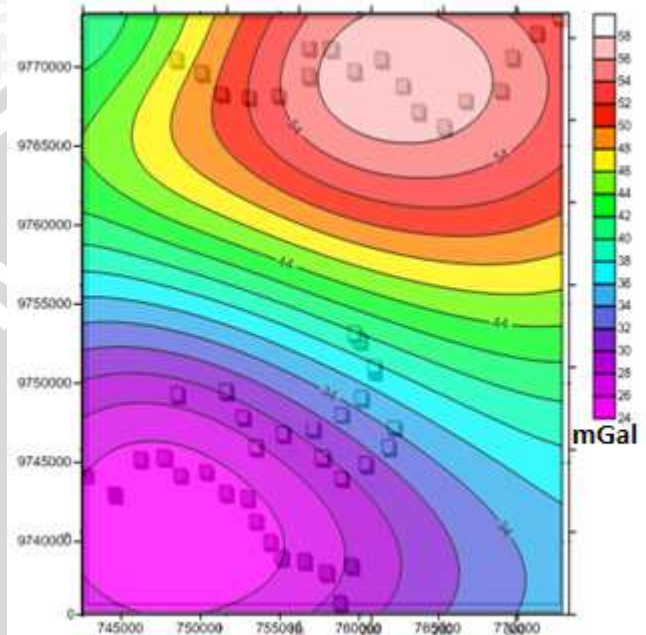
Lanjutan tabel konversi

| COUNTER READ | VALUE IN mGalS | FACTOR INRTERVAL |
|--------------|----------------|------------------|
| 1800         | 1825.32        | 1.01419          |
| 1900         | 1926.74        | 1.01425          |
| 2000         | 2028.17        | 1.01431          |
| 2100         | 2129.6         | 1.01438          |
| 2200         | 2231.04        | 1.01445          |
| 2300         | 2237.41        | 1.01452          |
| 2400         | 2433.93        | 1.0146           |
| 2500         | 2535.39        | 1.01468          |
| 2600         | 2636.86        | 1.01476          |
| 2700         | 2738.34        | 1.01483          |
| 2800         | 2839.82        | 1.01491          |
| 2900         | 2941.31        | 1.01499          |
| 3000         | 3042.81        | 1.01507          |
| 3100         | 3144.32        | 1.01515          |
| 3200         | 3245.83        | 1.01523          |
| 3300         | 3347.36        | 1.01531          |
| 3400         | 3448.89        | 1.01539          |
| 3500         | 3550.43        | 1.01546          |

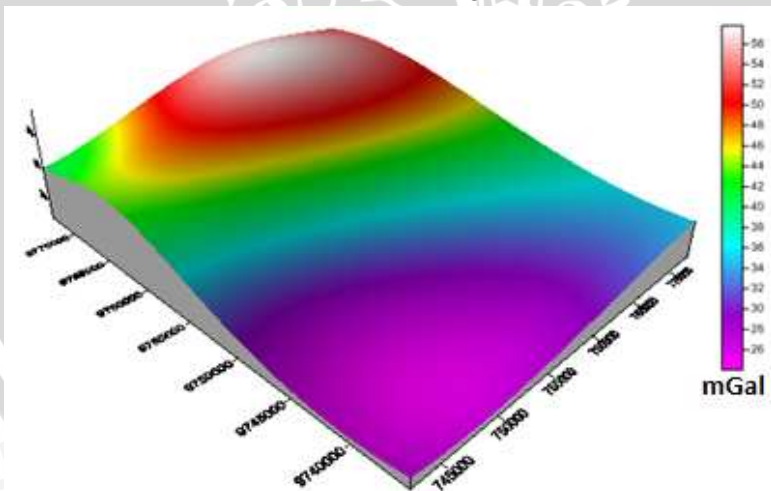


## LAMPIRAN 4

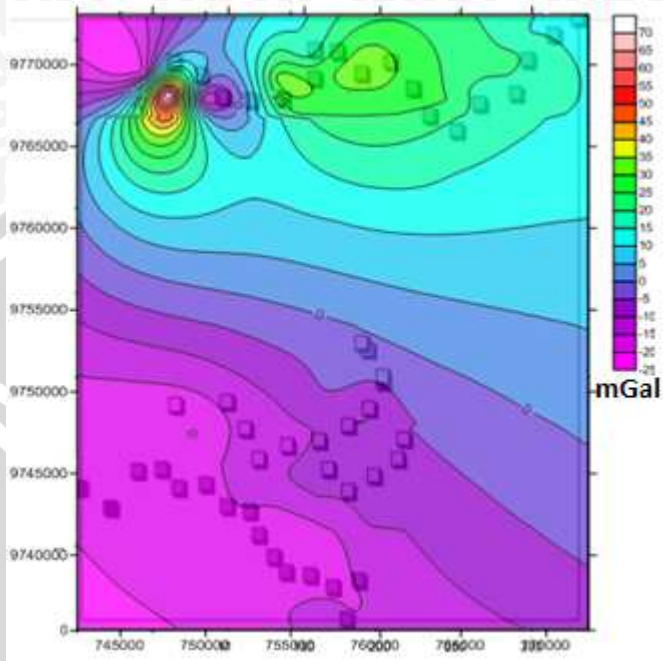
### Kontur Anomali Bouguer dan Anomali Sisa



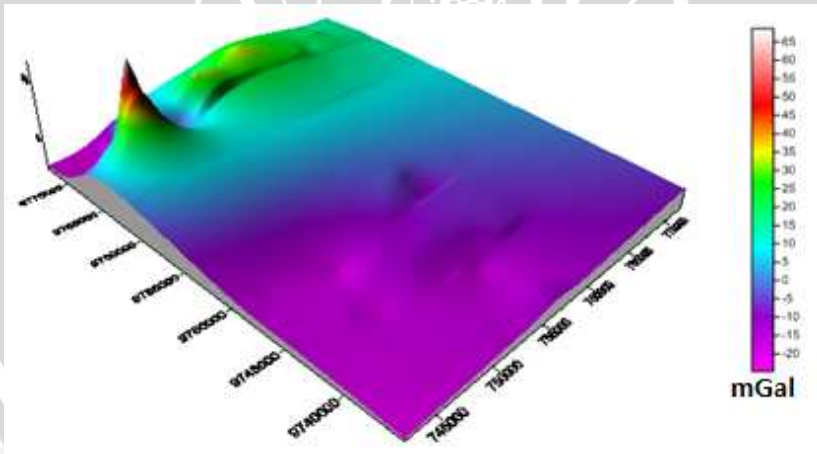
Kontur Anomali Regional



Model Anomali Regional 3D



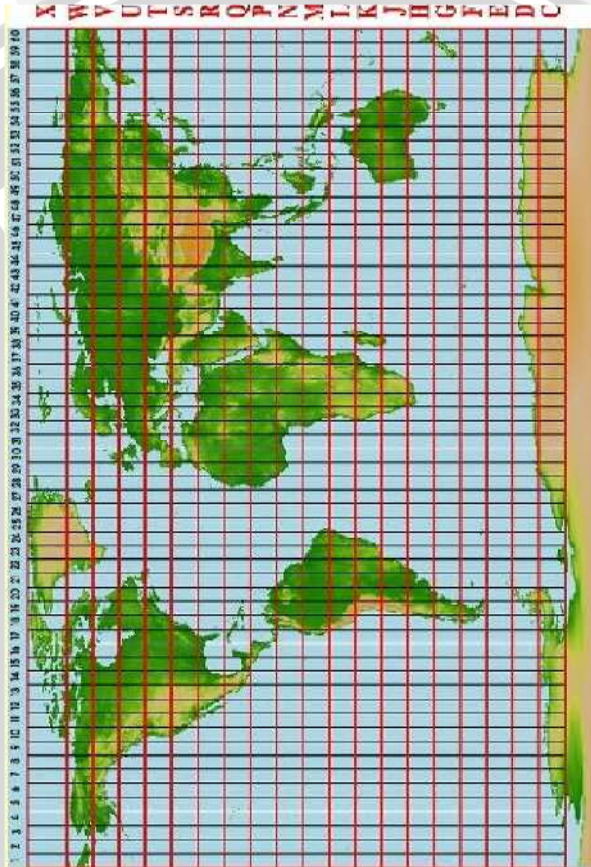
Kontur Anomali Sisa



Model Anomali Sisa 3D

## LAMPIRAN 5

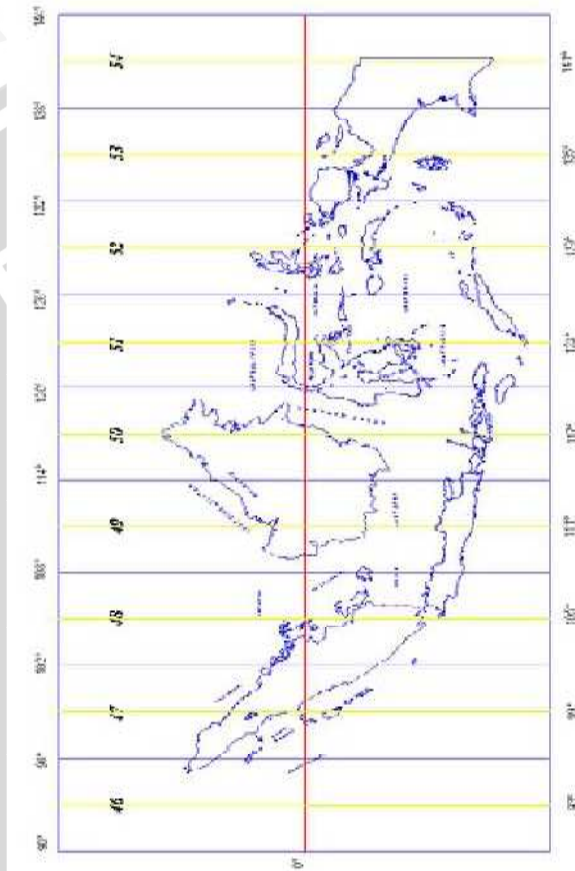
### Pembagian Zona UTM Dunia



(Hidayat dkk, 2005)



## Pembagian Zona UTM dan TM-3° di Indonesia



(Anonymous, 2011)

Penentuan koordinat suatu titik dapat dilakukan dengan cara mengkonversikan nilai derajat kedalam satuan meter dan detik, dengan menggunakan pedoman sebagai berikut :

- 1° (derajat) bujur / lintang = 111,322 km = 111.322 meter**
- 1° (derajat) bujur / lintang = 60' (menit) = 3600" (detik)**
- 1' (menit) bujur / lintang = 60" (detik)**
- 1' (menit) bujur / lintang = 1.885,37 meter**
- 1" (detik) bujur / lintang = 30,9227 meter**

(Hidayat dkk, 2005)

Dari perhitungan di atas hasil yang diperoleh dijumlahkan, seperti contoh di bawah ini:

Berapa jarak antara  $7^{\circ}10'30''$  sampai  $8^{\circ}15'40''$  ?

Jarak antara kedua titik tersebut adalah  $1^{\circ}5'10''$

$$\begin{array}{rcl} 1^{\circ} & \times & 111.322 \text{ m} & = & 111.322 & \text{ m} \\ 5' & \times & 1.885,37 \text{ m} & = & 9.426,85 & \text{ m} \\ 10'' & \times & 30,9227 \text{ m} & = & \underline{309,227} & \text{ m} & + \\ & & & & 121.058,007 & \text{ m} \\ & & & & 121,058 & \text{ km} \end{array}$$

(Hidayat dkk, 2005)



**Tabel 5.1 Daftar Zone Proyeksi UTM dan TM-3° untuk Wilayah Indonesia**

| Nomor Zone |       | Meridian Sentral |         | Meridian Batas |       |       |       |
|------------|-------|------------------|---------|----------------|-------|-------|-------|
| UTM        | TM-3° | UTM              | TM-3°   | UTM            |       | TM-3° |       |
|            |       |                  |         | Barat          | Timur | Barat | Timur |
| 46         |       | 93°              |         | 90°            | 96°   |       |       |
|            | 46.2  |                  | 94°30'  |                |       | 93°   | 96°   |
| 47         | 47.1  | 99°              | 97°30'  | 96°            | 103°  | 96°   | 99°   |
|            | 47.2  |                  | 100°30' |                |       | 99°   | 102°  |
| 48         | 48.1  | 105°             | 103°30' | 102°           | 108°  | 102°  | 105°  |
|            | 48.2  |                  | 106°30' |                |       | 105°  | 108°  |
| 49         | 49.1  | 111°             | 109°30' | 108°           | 114°  | 108°  | 111°  |
|            | 49.2  |                  | 112°30' |                |       | 111°  | 114°  |
| 50         | 50.1  | 117°             | 115°30' | 114°           | 120°  | 114°  | 117°  |
|            | 50.2  |                  | 118°30' |                |       | 117°  | 120°  |
| 51         | 51.1  | 123°             | 121°30' | 120°           | 126°  | 120°  | 123°  |
|            | 51.2  |                  | 124°30' |                |       | 123°  | 126°  |
| 52         | 52.1  | 129°             | 127°30' | 126°           | 132°  | 126°  | 129°  |
|            | 52.2  |                  | 130°30' |                |       | 129°  | 132°  |
| 53         | 53.1  | 135°             | 133°30' | 132°           | 138°  | 132°  | 135°  |
|            | 53.2  |                  | 136°30' |                |       | 135°  | 138°  |
| 54         | 54.1  | 141°             | 139°30' | 138°           | 144°  | 138°  | 141°  |
|            |       |                  |         |                |       |       |       |

(Mutiara A, 2004)

