

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE GRAVITY DI DESA
SUMBERMANJING WETAN DAN DESA DRUJU – MALANG
SELATAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

WINDA RAMADHANI

105090301111007



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE GRAVITY DI DESA
SUMBERMANJING WETAN DAN DESA DRUJU – MALANG
SELATAN**

Oleh :

**WINDA RAMADHANI
105090301111007**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 31 Oktober 2014
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Pemimbing I

Pembimbing II

**DR.Sunaryo, S.Si, M.Si.
NIP. 196712281994121001**

**Drs. Wasis, M.AB
NIP.195511091984031001**

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

**Drs. Adi Susilo, M.Si., Ph.D
NIP. 19631227 199103 1 002**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : WINDA RAMADHANI
NIM : 105090301111007
Jurusan : FISIKA
Penulis Tugas Akhir berjudul :

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, 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, Agustus 2014
Yang menyatakan,

(WINDA RAMADHANI)
NIM. 105090301111007

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

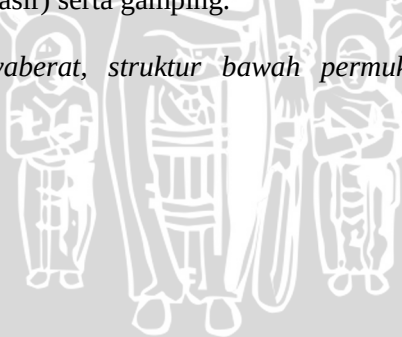


ABSTRAK

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GRAVITY DI DESA SUMBERMANJING WETAN DAN DESA DRUJU – MALANGSELATAN

Telah dilakukan studi geofisika dengan metode gayaberat di Desa Druju dan Desa Sumbermanjing Wetan menggunakan gravitimeter *La Coste & Romberg* tipe G-1053 dengan interval 250meter yang tersebar di area seluas 4x4 km² dengan 117 titik ukur. Pengolahan data dilakukan sampai diperoleh anomali Bouguer Lengkap. Anomali bouguer lengkap diproyeksikan ke bidang datar dengan metode Dampney dan dilakukan pemisahan anomali lokal dan regional. Pemisahan anomali lokal dan regional dilakukan dengan metode kontinuitas keatas (*Upward Continuation*) pada ketinggian 1300 m dari bidang datar. Interpretasi anomali lokal secara kualitatif memperlihatkan nilai anomali rendah dan nilai anomali tinggi yang ditafsirkan adanya batuan sedimen. Interpretasi kuantitatif dengan metode poligon 2D memperlihatkan struktur bawah permukaan daerah penelitian yang menghasilkan empat jenis batuan yang terdiri dari batuan *clay* (batuan lempung), napal pasiran, *sandstone* (batuan pasir) serta gamping.

Kata kunci : *gayaberat, struktur bawah permukaan, Anomali Bouguer*



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRACT

IDENTIFICATION OF THE SUBSURFACE STRUCTURE USING GRAVITY METHOD IN THE SUMBERMANJING WETAN AND DRUJU VILLAGE - SOUTH MALANG

Geophysical studies have been carried out by the method of gravity in the Sumbermanjing Wetan and Druju Village using gravitimeter La Coste & Romberg G-type 1053 with a 250-meter intervals spread over an area of 4x4 km² with 117 of measuring points. Data processing is performed to obtain a complete Bouguer anomaly. A Complete Bouguer anomaly is projected onto a flat surface by the method of Dampney and carried out by separation of local and regional anomalies. Separation of local and regional anomalies carried by upward continuation method at an altitude of 1300 m from the flat surface. Interpretation of local anomalies are qualitatively show anomalous low value, meanwhile anomalous high value is interpreted by the presence of sedimentary rocks. Quantitative interpretation of the 2D polygon method shows the subsurface structure of area observation which produces four types of rock consisting of clay rock, sandy marl, sandstone and limestone.

Keywords: *gravity, subsurface structure, Bouguer Anomaly*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin

Puji syukur atas Ridlo Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Gravity Di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju – Malang Selatan”** dapat terselesaikan dengan baik sebagai jalan untuk mendapatkan gelar Sarjana di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada :

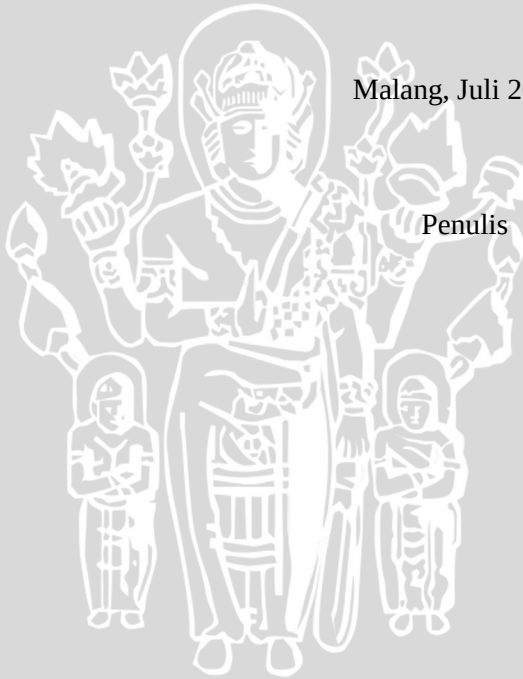
1. Orang tua Papa Tri Susilo Hardjo dan Mama Titiek Trimurtiningsih serta Kakak Tito Yanuar Saputra yang telah memberi dukungan dan semangat serta doa tanpa batas.
2. Bapak Dr. Sunaryo, S.Si., M.Si., dan Bapak Drs. Wasis, M.,AB., selaku dosen pembimbing yang banyak memberi masukan serta kesabarannya dalam membimbing sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Adi Susilo selaku Ketua Jurusan Fisika yang selalu memberi motivasi dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu kepada penulis semasa perkuliahan.
5. Seluruh Karyawan dan Staf di Jurusan Fisika atas bantuannya dalam melancarkan administrasi semasa perkuliahan
6. Qomar, Mbak Yesika, Mbak Sasi dan Mas Aul yang telah membantu memberikan solusi untuk penulis selama mengerjakan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan selama skripsi, terima kasih atas kerjasama serta bantuan kalian selama skripsi.
8. Sahabat-sahabatku Fisika angkatan 2010 Iyma, Riva, Ulva, dan semuanya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu.
9. Sahabat-sahabatku Lugu n Choy yang selalu memberi inspirasi bagi penulis.

10. Keluarga Tangerang 6 yang selalu memberi support kepada penulis, terima kasih atas dukungan kalian semua.
11. Seluruh teman-teman Fisika Universitas Brawijaya.
12. Seluruh pihak yang tak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, untuk itu saran dan kritik sangat diharapkan untuk perbaikan dalam penelitian-penelitian yang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan sebuah karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan kita semua.

Malang, Juli 2014

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sekilas Tentang Daerah Penelitian.....	3
2.2 Teori Gayaberat Newton	4
2.3 Metode Gayaberat (Gravitasi)	6
2.4 Koreksi Gaya Berat	7
2.4.1 Koreksi Pasang Surut (<i>Tide Correction</i>)	7
2.4.2 Koreksi Apungan (<i>Drift Correction</i>).....	8
2.4.3 Koreksi Lintang (Latitude Correction).....	9
2.4.4 Koreksi Udara Bebas(<i>Free Air Correction</i>)	10
2.4.5 Koreksi Medan(Terrain Correction).....	10
2.4.6 Koreksi Bouguer (<i>Bouguer Correction</i>).....	12
2.4.7 Anomali Bouguer	12
2.5 Pemisahan Anomali Lokal dan Regional	13
2.5.1 Reduksi Bidang Datar.....	13
2.5.2 Kontinuasi ke Atas (<i>Upward Continuation</i>).....	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	17
3.2 Rancangan Penelitian	17
3.3 Peralatan Penelitian.....	17
3.4 Tahap Penelitian.....	18
3.4.1 Akuisisi Data.....	18
3.4.2 Pengolahan Data.....	19
3.5 Pemodelan Geologi	25
3.6 Interpretasi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Interpretasi Kualitatif	29
4.2 Interpretasi Kuantitatif	34
BAB V PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Daerah Penelitian (google earth).....	3
Gambar 2-2. Gaya gravitasi antara dua benda bermassa (Lillie, 1999)	5
Gambar 2-3. Pengukuran gaya berat dipermukaan bumi (Lillie, 1999)	6
Gambar 2-4. Pengukuran gayaberat dalam satu lintasan (Handipandoyo, 2004)	9
Gambar 2-5. Permukaan air laut rata-rata (Sleep and Fujita, 1997)	10
Gambar 2-6.a)Kontur topografi pada Hammer Chart, b) Salah satu bagian kontur topografi pada Hammer Chart (Telford et al., 1990)	11
Gambar 3-1. Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 3-2. Konversi pembacaan alat.....	21
Gambar 4-1. Anomali Bouguer Lengkap	30
Gambar 4-2. Hasil Reduksi Bidang Datar	31
Gambar 4-3. <i>Upward Continuation</i> 1300 m (anomali regional)	32
Gambar 4-4. <i>Upward Continuation</i> 1300 m (anomali lokal/residual)	34
Gambar 4-5. Posisi <i>cross section</i> pada kontur anomali.....	36
Gambar 4-6. Hasil pemodelan line AB	37
Gambar 4-7. Hasil pemodelan line CD	38

DAFTAR TABEL

Table 1 : Pengolahan Data Titik Ikat	47
Table 2 : Konversi mGal LaCoste & Romberg type G-1053.....	55

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Proses pembuatan titik ikat	45
Lampiran 2 : Pengolahan Data Gravity	48
Lampiran 3 : Konversi mGal LaCoste & Romberg type G-1053....	55
Lampiran 4 : Algoritma Dampney	57
Lampiran 5 : Tabel Densitas Batuan	59
Lampiran 6 : Gambar Akuisisi Data Lapangan	60
Lampiran 7 : Skema Pengambilan Data	63
Lampiran 8 : Peta Geologi Lembar Turen – Malang Selatan.....	64



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gravitasi merupakan salah satu hukum alam. Gravitasi juga merupakan salah satu cabang ilmu Geofisika. Indikasi adanya gravitasi adalah bila suatu benda di jatuhkan dari ketinggian tertentu maka benda itu akan selalu jatuh ke bawah. Fenomena gravitasi dapat diterangkan dengan menggunakan sifat-sifat fisis dan dibantu dengan beberapa disiplin ilmu.

Metode gravitasi atau yang bisa disebut metode gayabarat merupakan metode untuk mengukur gaya yang disebabkan oleh tarikan massa yang ada di dalam bumi. Metode ini di dasarkan pada variasi-variasi kecil percepatan gravitasi yang diukur di permukaan tergantung dari ketidak-teraturan batuan yang berbeda berat jenisnya pada kedalaman yang dangkal di kulit bumi, letak geografis, ketinggian yang berbeda-beda, adanya variasi rapat massa dan pengaruh benda-benda langit. Pengaruh variasi-variasi kecil percepatan gravitasi perlu dikoreksi untuk memperoleh anomali gravitasi. Interpretasi data anomali gravitasi digunakan untuk memberikan informasi yang berkaitan dengan keadaan dan letak batuan yang tersembunyi dibawah permukaan, sehingga dapat memberi jawaban terhadap masalah seperti identifikasi patahan, melokalisir sumber daya air, energi, dan mineral yang akhir-akhir ini sangat dibutuhkan.

Wilayah Malang Selatan merupakan daerah dataran tinggi (>400 mdpl) yang dibentuk oleh endapan lahar gunung Arjuno-Welirang Purba. Selain itu, wilayah ini juga dikelilingi oleh beberapa gunung api aktif seperti Gunung Semeru, Bromo, Kelud dan yang intermitten seperti Gunung Arjuno, Welirang dan Penanggungan. Berdasarkan informasi lapangan yang di dapat dari warga sekitar daerah penelitian tepatnya di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju bahwa terjadi perbedaan debit air antara kedua desa tersebut sehingga perlunya diadakan penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi struktur bawah permukaan pada

daerah Malang Selatan tepatnya di sekitar Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju. Penelitian yang akan dilakukan berjudul *“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Gravity di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju – Malang Selatan”*. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi tugas akhir untuk S-1 di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penggunaan metode gayabarat dapat memberikan gambaran struktur bawah permukaan?
2. Bagaimana gambaran struktur bawah permukaan yang ada di Desa Sumbermanjing Wetan dan di Desa Druju?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dilakukan di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju – Malang Selatan dengan menggunakan metode gravity dengan daerah penelitian tertentu. Penelitian ini mengacu pada lembar peta geologi tahun 1992 yang telah dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai anomali Bouguer di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju serta menentukan struktur bawah permukaan berdasarkan nilai tiap densitas batuan yang ada.

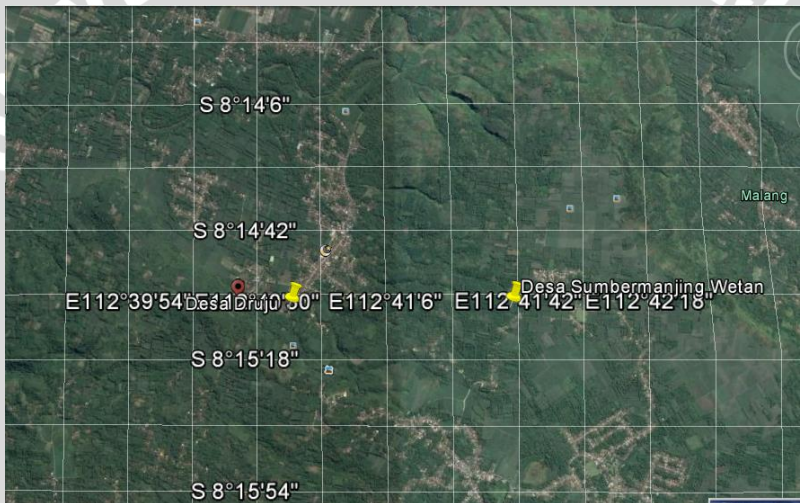
1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan informasi bagi mahasiswa dan pembaca. Serta memberikan informasi kepada pihak masyarakat atau warga desa tentang bagaimana hasil yang di dapat dari pengolahan datanya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sekilas Tentang Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, tepatnya sekitar Desa Sumbermanjing Wetan, Desa Druju dan sebagian kecil wilayah Desa Harjokuncaran. Adapun daerah penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2-1. Daerah Penelitian (google earth)

Daerah penelitian berada di wilayah Formasi Wonosari (*Wonosari Formation*), dimana daerah ini didominasi oleh batu gamping, napal pasir, dan sisipan batu lempung berdasarkan Peta Geologi Lembar Turen. Selain itu, daerah penelitian berada di daerah batuan sedimentasi dengan usia batuan berada di jenis Tersier tipe miosen akhir. Peta Geologi Lembar Turen dapat dilihat pada (Lampiran 8).

2.2 Teori Gayaberat Newton

Gayaberat merupakan gaya tarik menarik antara benda satu dengan benda lainnya akibat massa benda keduanya. Hal tersebut didasarkan pada hukum Newton tentang gayaberat. Besarnya nilai gayaberat antara dua benda tersebut sebanding dengan massa kedua benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya (Lillie, 1999). Ditunjukkan pada Gambar 2-2a. Hukum gayaberat Newton :

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2.1)$$

dengan:

F = gaya antara dua benda (N)

G = konstanta gayaberat ($6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

m_1, m_2 = massa dua benda berbeda (kg)

r = jarak antara pusat massa (m)

Gaya yang bekerja pada benda dengan massa m_1 terhadap massa m_2 diberikan dengan Hukum Newton II (Lillie, 1999). Ditunjukkan pada persamaan 2.2 berikut, dan digambarkan pada Gambar 2-2b.

Hukum newton II

$$\vec{F} = m a \quad (2.2)$$

dengan:

a = percepatan gerak benda bermassa m_1 akibat gaya gravitasi benda bermassa m_2 (m/s^2).

Dari persamaan 2.1 dan 2.2 didapatkan persamaan (2.3) berikut:

$$a = G \frac{m_2}{r^2} \quad (2.3)$$

Untuk gravitasi bumi, maka :

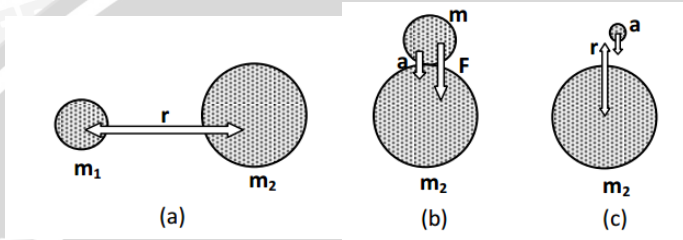
a = g = percepatan gravitasi di atas permukaan bumi

$m_2 = M$ = massa bumi

r = R = jarak titik pengamatan terhadap pusat massa bumi.

Maka persamaan gravitasi bumi dapat dituliskan sebagai pada persamaan 2.4 berikut:

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



Gambar 2-2. Gaya gravitasi antara dua benda bermassa (Lillie, 1999)

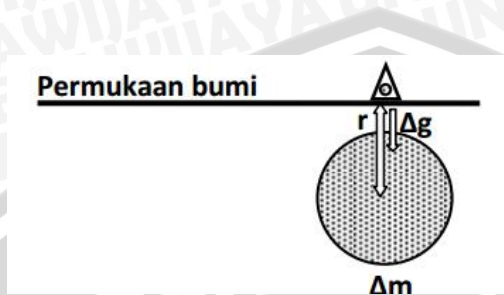
Ketika melakukan pengukuran gayaberat pada titik pengukuran yang berada di atas benda penyebab anomali yang terkubur dalam tanah (Gambar 2-3), dapat dianalogikan dengan pengukuran gayatarik akibat gayaberat bumi pada benda lain (Gambar 2-2c). Pada Gambar 2-3 menunjukkan bahwa perubahan gayaberat (Δg) dipengaruhi oleh perubahan massa (Δm) dan jaraknya (r) pada titik pengamatan dipermukaan bumi. Maka persamaan 2.4 dapat dituliskan menjadi:

$$\Delta g = \frac{G \Delta M}{r^2} \quad (2.5)$$

Perbedaan rapat massa material ($\Delta \rho$) merupakan massa (Δm) per satuan volume (V), sehingga persamaan 2.5 menjadi:

$$\Delta g = \frac{G(\Delta \rho)(v)}{r^2} \quad (2.6)$$

Pada persamaan 2.6 menunjukkan bahwa perubahan gayaberat berbanding lurus dengan perubahan rapat massanya.



Gambar 2-3. Pengukuran gaya berat dipermukaan bumi
(Lillie, 1999)

2.3 Metode Gayaberat (Gravitasi)

Metode Gravitasi bekerja berdasarkan kontras densitas dari batuan bumi. Jika ada anomali di bawah permukaan, maka nilai medan gravitasi akan menyimpang dari normal yang diukur. Jika deviasi adalah penambahan nilai, yang disebut anomali positif maka kepadatan anomali lebih besar dari kepadatan daerah sekitarnya. Sebaliknya, jika penyimpangan tersebut adalah pengurangan nilai, yang disebut anomali negatif maka densitas anomali kurang dari kepadatan daerah sekitarnya. Nilai gravitasi yang diukur dipengaruhi oleh pasang bumi-bulan, keuntungan dan kerugian dari massa karena topografi bumi, dan referensi. Oleh karena itu, data yang diukur harus dikoreksi untuk menghilangkan pengaruh-pengaruh ini (Sunaryo, 2012)

Metode gayaberat merupakan pengukuran gravitasi suatu tempat di bumi dengan harapan menemukan informasi densitas lokal yang melingkupi pembentukan serta mempelajari sesuatu tentang ketidakaturan bumi (Telford et al., 1990). Pengukuran gayaberat di suatu titik dapat dilakukan dengan dua cara, pertama pengukuran secara langsung dengan menggunakan *absolute-gravimetry* yang memakai benda jatuh dan kedua dengan cara relatif, yaitu membandingkan titik amat dengan suatu titik acuan yang telah diketahui nilai gayaberatnya (Yayat, dkk, 2003).

Dalam kenyataannya nilai pengukuran gayaberat di permukaan bumi bervariasi. Selain dikarenakan ketidakaturan bumi, nilai

gayaberat dipengaruhi oleh ketinggian tempat, letak benda-benda langit di sekitar bumi serta kondisi kerapatan batuan penyusun di bawah permukaan bumi tersebut. Oleh karena itu, hasil pengukuran dengan menggunakan metode gayaberat perlu dilakukan koreksi-koreksi untuk menghilangkan pengaruh terhadapnya.

2.4 Koreksi Gaya Berat

2.4.1 Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Adanya benda-benda langit di sekitar bumi mengakibatkan adanya efek tarikan terhadap bumi. Bulan dan matahari memiliki massa tertentu dan terletak pada jarak yang cukup dekat dengan bumi. Sehingga bulan dan matahari dapat memberikan efek penarikan pada bumi. Efek penarikan ini disebut efek pasang-surut (*tidal effect*). Efek tersebut menyebabkan penyimpangan gayaberat secara periodik dari nilai normalnya. Gaya pasang-surut akan maksimum bila bulan dan matahari terletak pada satu arah dan berlawanan, dan akan minimum jika keduanya tegak lurus. Selain itu, penarikan bulan dan matahari juga memberikan efek pasang-surut terhadap benda-padat bumi. Gejala ini menjadi suatu ukuran tentang kekerasan bagian dalam bumi. Sehingga pada pengolahan data gayaberat perlu dilakukan koreksi pasang-surut. Menurut Heiland dalam (Untung, 2001) komponen tegak gaya pasang-surut Δg_{TDL} dirumuskan pada persamaan 2.7 berikut:

$$\Delta g_{TDL} = \frac{3GrM_m}{2D_m^2} \left(\cos 2a_m + \frac{1}{3} \right) - \frac{3GrM_s}{2D_s^2} \left(\cos 2a_s + \frac{1}{3} \right) \quad (2.7)$$

dengan:

- G = konstanta gayaberat Newton
- M_s = massa matahari
- D_s = jarak antara suatu titik di bumi ke matahari
- M_m = massa bulan
- D_m = jarak antara suatu titik di bumi ke bulan
- r = radius bumi apabila bulan dan matahari membuat sudut geosentrik

a_s = sudut geosentrik matahari di titik pengamatan pada permukaan bumi

a_m = sudut geosentrik bulan di titik pengamatan pada permukaan bumi

2.4.2 Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Nilai pengukuran gayaberat pada suatu titik dan diulang kembali pengukurannya secara teoritis nilai gayaberat akan tetap atau konstan. Namun dalam kenyataannya nilainya akan berubah. Selain diakibatkan kondisi pasang surut, perubahan tersebut juga dapat dipengaruhi oleh mekanisme alat. Guncangan pada saat transportasi dapat mempengaruhi mekanisme alat, ini disebut dengan apungan (*drift*).

Dalam pengukuran gayaberat pengukuran dimulai dari suatu titik acuan gayaberat (*gravity base station*), kemudian dilakukan pengukuran di titik-titik pengamatan dan kembali ke titik acuan semula (Gambar 2-4). Pada gambar tersebut pengukuran pertama kali di titik acuan A kemudian dilanjutkan pengukuran di titik 1A, 2A, 3A, 4A dan kemudian kembali ke titik acuan A. Pembacaan di titik A pertama dan yang kedua di titik A, akan terdapat perbedaan. Perbedaan ini dihilangkan dengan koreksi yang dinamakan koreksi apungan (*drift*). Koreksi *drift* dirumuskan pada persamaan 2.8 sebagai berikut (Hadipandoyo, 2004; Septiyana, 2009).

$$drift = \frac{g_{akhir} - g_0}{t_{akhir} - t_0} (t_n - t_0) \quad (2.8)$$

dengan:

g_{akhir} : pembacaan Gravitimeter pada akhir *looping*

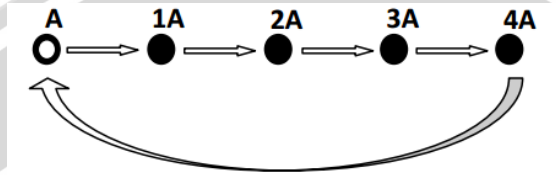
g_0 : pembacaan Gravitimeter pada awal *looping*

t_{akhir} : waktu pembacaan pada akhir *looping*

t_0 : waktu pembacaan pada awal *looping*

t_n : waktu pembacaan pada stasiun ke n

Koreksi drift dilakukan setelah harga pembacaan alat di titik pengambilan data terkoreksi menggunakan koreksi tidal.



Gambar 2-4. Pengukuran gayaberasat dalam satu lintasan (Handipandoyo, 2004)

2.4.3 Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Bumi berotasi pada porosnya, sehingga menyebabkan sebaran massa bumi berbeda. Sebaran massa bumi tidak sempurna, tetapi massa bumi terkumpul pada porosnya. Sehingga nilai perkiraan gayaberasat rata-rata diberikan oleh fungsi lintang. Terdapat rumusan untuk mencari koreksi lintang antara lain Potsdam 1930, ISGN 1971 (*International Standardization Geodetic Network 1971*) dan yang terbaru WGS 84 (*World Geodetic System 1984*). WGS 84 dituliskan pada persamaan 2.9 berikut (Untung, 2001).

$$g_n = 9780326771.4 \left(\frac{1 + 0.00193863 \sin^2 \theta}{\sqrt{1 - 0.00669437 \sin^2 \theta}} \right) \quad (2.9)$$

dengan:

g_n = gayaberasat fungsi lintang pada titik pengamatan (mGal)

θ = lintang pada titik pengamatan (derajat)

Nilai gradien pada koreksi lintang ini berkisar 1 mGal/km, sehingga lokasi yang benar-benar horisontal pada survey gaya berat secara umum tidak membutuhkan koreksi lintang (Sleep and Fujita, 1997).

2.4.4 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

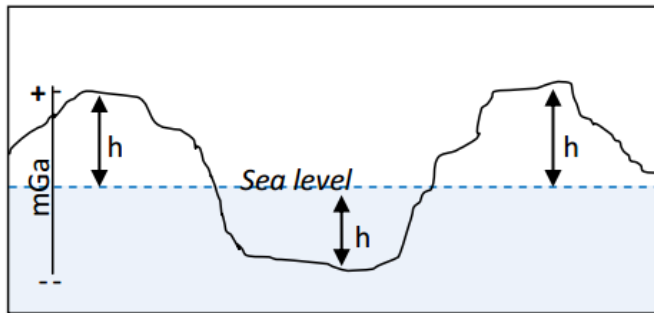
Pengukuran gayaberat di *mean sea level* dan di ketinggian tertentu pasti memiliki hasil yang berbeda. Setiap perubahan ketinggian terhadap *mean sea level* nilai gayaberatnya akan berubah. Rata-rata perubahan gayaberat terhadap ketinggian sebesar 0.3086 mGal/m (Sleep and Fujita, 1997). Titik pengamatan tidak selamanya berada pada *mean sea level* (Gambar 2-5), sehingga perlu dilakukan koreksi. Koreksi ini disebut dengan koreksi udara bebas yang dirumuskan pada persamaan 2.10.

$$FAC = 0,3086 \times h \quad (2.10)$$

dengan:

Δg_{FA} = *free air correction* / koreksi udara bebas (mGal/m)

h = ketinggian titik ukur gayaberat di atas muka air laut (dalam meter).



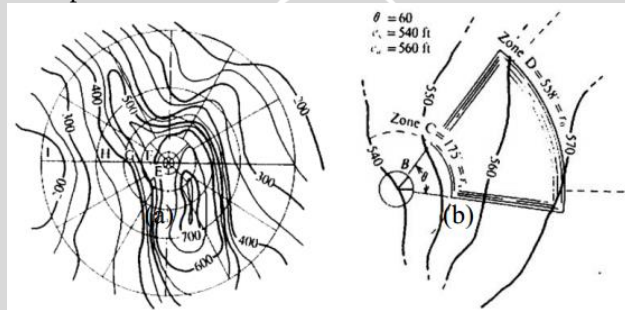
Gambar 2-5. Permukaan air laut rata-rata (Sleep and Fujita, 1997)

2.4.5 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Kondisi topografi disekitar titik pengamatan tidak selamanya beraturan, hal ini juga dapat mempengaruhi nilai gayaberat pengamatan. Misalkan terdapat bukit di dekat titik pengukuran, maka bukit ini memiliki medan yang dapat menekan gravitometer untuk menaikkan percepatan gayaberat. Dan sebaliknya, adanya

lembah disekitar titik pengamatan akan memberikan efek penurunan hasil pengukuran gayaberasat di titik tersebut. Oleh karena itu jika kontur topografi daerah penelitian beragam, maka perlu dilakukan koreksi terhadapnya. Koreksi akibat topografi sekitar daerah pengamatan ini sering disebut dengan koreksi medan (*terrain*).

Untuk menghitung koreksi medan digunakan *Hammer Chart*, yaitu sebuah diagram berbentuk lingkaran yang dapat menunjukkan pembagian wilayah. Dalam pengukurannya, peta topografi dicocokkan pada *Hammer Chart* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-6a dan 2-6b.



Gambar 2-6. a) Kontur topografi pada Hammer Chart, b) Salah satu bagian kontur topografi pada Hammer Chart (Telford et al., 1990)

Rumusan pada tiap bagian dirumuskan pada persamaan 2.11 berikut.

$$TC = \frac{2\pi G\rho}{n} \left[RL - RD + \sqrt{RD^2 - z^2} - \sqrt{RL^2 - z^2} \right] \text{mGal} \quad (2.11)$$

dengan:

- n : jumlah kompartmen pada zona tersebut
- RL : radius luar pada zona tersebut
- RD : radius dalam pada zona tersebut
- z : beda elevasi rata-rata kompartmen

Koreksi medan merupakan penjumlahan dari semua bagian *Hammer Chart* (Telford et al., 1990).

2.4.6 Koreksi Bouguer (*Bouguer Correction*)

Bouguer seorang Perancis pada tahun 1749 melakukan pengamatan di pegunungan Andes, Peru. Dia menyadari adanya ketergantungan ketinggian dan rapat massa. Dia menemukan hubungan analitis rapat massa di pegunungan Andes dan rapat massa rata-rata. Sehingga koreksi Bouguer dapat dirumuskan pada persamaan 2.12 berikut (Untung, 2001).

$$KB = 0.1491 \times \rho \times h \quad (2.12)$$

dengan:

ρ = rapat massa rata-rata kerak bumi ($2,67 \text{ g/cm}^3$)

h = ketinggian (m)

Nilai dari koreksi Bouguer akan dikurangkan (-), jika titik pengamatan berada di atas *mean sea level*, dan akan ditambahkan (+) jika titik pengamatan berada dibawah *mean sea level* (Telford et al., 1990).

2.4.7 Anomali Bouguer

Setelah dilakukan koreksi-koreksi gayaberat, kemudian ditentukan nilai anomali gayaberat secara keseluruhan. Anomali ini sering dikenal dengan Anomali Bouguer. Nilai Anomali Bouguer dirumuskan pada persamaan 2.13 berikut (Telford et al., 1990).

$$AB = g_{\text{obs}} - (g(\phi) - FAC + BC) \quad (2.13)$$

dengan:

AB : Anomali Bouguer

g_{obs} : Harga gravitasi observasi

g_N : Harga gravitasi normal

2.5 Pemisahan Anomali Lokal dan Regional

Anomali Bouguer merupakan superposisi dari anomali yang bersifat regional dan anomali bersifat lokal (anomali sisa). Anomali regional berkaitan dengan kondisi geologi umum secara keseluruhan pada daerah yang bersangkutan. Anomali Bouguer juga dapat dianggap sebagai superposisi anomali-anomali yang ditimbulkan oleh struktur geologi yang dangkal, menengah maupun dalam serta struktur yang berdekatan dan saling berinteraksi sehingga menyebabkan timbulnya anomali yang tumpang tindih.

Untuk memperoleh anomali yang berasosiasi dengan kondisi geologi yang diharapkan dan untuk meningkatkan daya resolusi sebelum diinterpretasi secara kuantitatif maka perlu dilakukan pemisahan anomali. Metode anomali yang dapat digunakan diantaranya metode kontinuitas ke atas, metode rata-rata bergerak (*moving average*), metode grafis (*smoothing*), metode Polynomial, atau metode pencocokan permukaan (Wibowo, 2009)

2.5.1 Reduksi Bidang Datar

Pendugaan struktur bawah permukaan diperoleh melalui proses interpretasi data. Untuk mempermudah interpretasi, data yang berupa Anomali Bouguer lengkap yang berada pada topografi diproyeksikan ke bidang datar terlebih dahulu (Nurwidyanto, 2007). Proses reduksi ke bidang datar dapat menggunakan bantuan software tertentu yang akan menggrid set poin data gayaberas, dengan cara membawa titik data dari satu set posisi yang tidak teratur menjadi grid (sebaran titik) teratur melalui teknik interpolasi statistik komputasi (Wardana, 2008).

1.5.2 Kontinuitas ke Atas (Upward Continuation)

Kontinuitas ke atas adalah langkah perubahan medan potensial yang diukur pada suatu level permukaan menjadi data yang seolah-olah diukur pada level permukaan yang lebih atas. Kontinuitas ke atas juga merupakan salah satu metode yang digunakan sebagai

filter yang berguna untuk menghilangkan bising yang ditimbulkan oleh benda-benda dekat permukaan (Hidayat, 2011)

$$U(x, y, z_0 - \Delta z) = \frac{\Delta z}{\Delta \pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(x', y', z_0)}{[(x - x')^2 + (y - y')^2 + \Delta z^2]^{\frac{3}{2}}} dx' dy'$$

2.6 Struktur Geologi

Pada dasarnya struktur geologi yang berupa lipatan, sesar dan kekar yang dapat ditafsirkan keberadaannya melalui pola atau sifat garis kontur pada peta topografi.

a. Struktur lipatan

Dapat diketahui dengan menafsirkan kedudukan pelapisan batuan. Kedudukan lapisan batuan/kemiringan batuan pada peta topografi akan berlawanan dengan kenampakan kerapatan konturnya, dimana lapisan miring dicirikan oleh adanya gawir-gawir terjal (ditunjukkan dengan garis kontur yang rapat) yang memotong lapisan dan arah kemiringan batuan tersebut searah dengan kemiringan landai dari topografinya (diperlihatkan dengan punggung yang landai) hal ini pada peta topografi ditunjukkan dengan pola garis kontur yang renggang. Kemiringan lapisan batuan tersebut dapat mempunyai arah kemiringan satu arah (berlawanan), tiga arah dan segala arah. Kemiringan satu arah disebut sayap lipatan, dua arah lipatan (sinklin atau antiklin), tiga arah disebut lipatan (sinklin atau antiklin) menunjam serta kemiringan lapisan segala arah disebut sebagai dome. Lapisan horizontal, dicirikan dengan permukaan yang datar dengan garis kontur yang jarang, tebing-tebingnya bisa terjal atau bervariasi atau berundak (tergantung resistensi batuan) dengan pola kontur menyesuaikan atau relatif sama.

b. Struktur Sesar

Pada struktur sesar ini dapat ditandai dengan pola kontur yang panjang, lurus dan rapat, aliran sungai yang membelok secara tiba-tiba dan mendadak serta menyimpang dari pola arah umum, jajaran

triangular facet, jajaran mata air, pelengkungan dari kelurusan punggung serta adanya offset morfologi.

c. Struktur Kekar

Ditandai dengan adanya kelurusan gawir, lembah-lembah, bukit-bukit dan celah-celah. Sering pula dengan pola tertentu dan tidak hanya satu arah. Atau dapat pula dilihat dari pola perkembangan sungainya.(Wijayanti,2011)



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Desa Sumbermanjing Wetan Kecamatan Sumbermanjing Wetan yang terletak di wilayah Malang Selatan Kabupaten Malang pada tanggal 14 Februari 2014 hingga 19 Februari 2014, sedangkan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari 2014 sampai bulan Juni 2014.

3.2 Rancangan Penelitian

Untuk menentukan titik ukur maka dilakukan dengan penentuan lokasi titik dengan menggunakan GPS, setelah mendapatkan koordinat titik-titik ukur maka selanjutnya titik tersebut di plot dalam google earth, dimana dalam google earth sudah tersedia peta lokasi penelitian. Dalam google earth dibuat line yang akan diambil titik ukur. Titik-titik ini berjarak 250 meter dan proses pengambilan datanya adalah sistem memutar (*looping*), dimana pengukuran dilakukan dengan bergerak mengelilingi lokasi yang akan diteliti dengan acuan bahwa pengukuran terakhir akan kembali ke titik awal. Titik awal ini dinamakan dengan titik base (*base station*). Untuk skemanya dapat dilihat pada gambar (Lampiran 7).

3.3 Peralatan Penelitian

Materi berupa peralatan akuisisi dan alat pengolah data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Gravimeter LaCoste & Romberg type G-1053
- b. GPS Garmin eTrex Vista Cx
- c. Penunjuk Waktu
- d. Alat Tulis
- e. Peta Geologi
- f. Perangkat Lunak yang digunakan diantaranya,

- Ms. Excel untuk perhitungan koreksi-koreksi.
- Surfer 9 untuk membuat kontur anomali gravity.
- Gray2DC untuk membuat pemodelan bawah permukaan.

3.4 Tahap Penelitian

3.4.1 Akuisisi Data

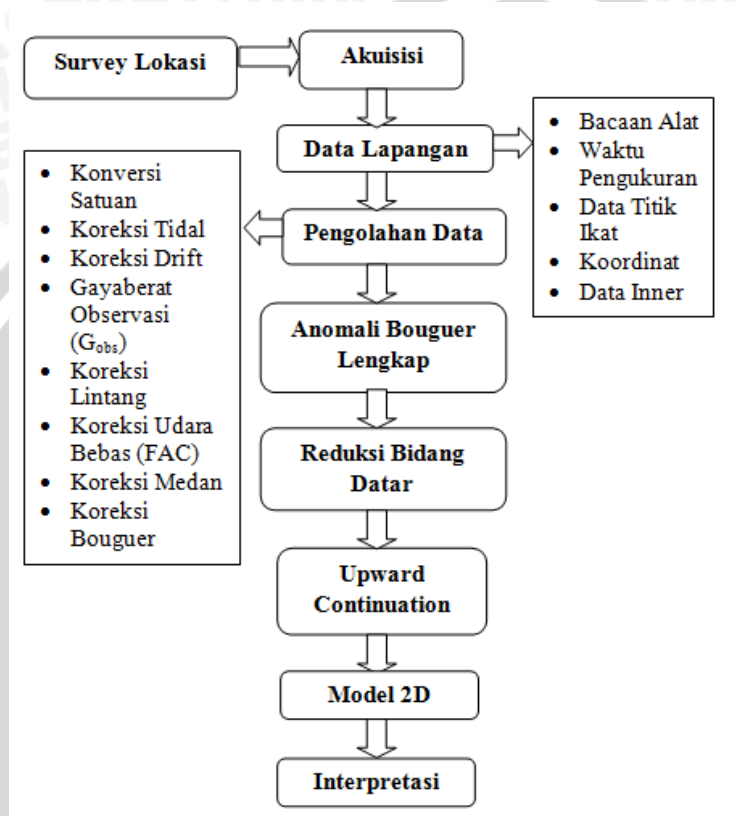
Pengambilan data gayaberat dilakukan dengan menggunakan sistem looping, yaitu pengukuran yang dimulai dan diakhiri pada titik yang sama (*Base Station*). Sebelum pengambilan data dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penentuan titik acuan pengukuran anomali gayaberat. Titik acuan ditentukan berdasarkan posisi bujur dan lintang (koordinat GPS) dari beberapa titik, dan ditentukan waktu pengukuran dari titik tersebut. Selanjutnya, dilakukan pengukuran pada titik yang lain. Titik-titik pengukuran dilakukan setelah pembacaan satelit oleh GPS. Tiap satu kali titik dilakukan 3 kali pengulangan pengukuran guna mendapatkan variasi data untuk dilakukan koreksi pengukuran. Pengukuran dilakukan pada 117 titik yang berbeda dan ditutup pada titik acuan atau base station. Karena menggunakan sistem kisaran tertutup, maka perlu dilakukan pengukuran ulang anomali gayaberat pada titik awal pengukuran.

Pengambilan data dengan menggunakan gravity meter tipe *LaCoste G-1053* yang sudah terhubung dengan baterai, peletakan piringan berada pada titik amat hingga posisi ketiga kaki dari piringan tidak dapat bergerak dan gelembung udara berada di tengah nivo (posisi gelembung setimbang) dengan cara memutar sekrup dari masing-masing kaki. Karena pengambilan data dilakukan pada pagi-siang hari, maka lampu dari gravitometer tidak perlu dinyalakan karena masih dapat terlihat dengan jelas posisi dari gelembung air pada nivo. Selanjutnya, sekrup pengunci diputar berlawanan arah dengan arah perputaran jarum jam sampai tidak dapat diputar lagi. Setelah itu, diamati pergerakan jarum penunjuk bacaan pada sebuah kotak putih dengan cara memutar

sekrup pembacaan secara perlahan-lahan yang arahnya bebas (arahnya searah atau berlawanan dengan jarum jam) sampai jarum penunjuk bacaan tepat berada di garis tengah. Kemudian dilakukan pembacaan pada analog counter yang berupa angka-angka dan ditambah dengan skala pembilang pada sekrup dan dicatat pada sebuah tabel pengamatan. Langkah ini dilakukan sebanyak tiga kali pembacaan untuk masing-masing titik dengan cara memutar kembali sekrup pengunci pada posisi Off dan diputar kembali pada posisi On dan seterusnya dengan mengatur kembali posisi jarum penunjuk sampai berada di tengah-tengah. Setelah dilakukan pengambilan data sampai 24 titik termasuk base station, pencatatan selesai kemudian gravitometer dimasukkan kembali pada box tempat peletakan gravitometer, begitu seterusnya setiap hari sampai hari kelima.

3.4.2 Pengolahan Data

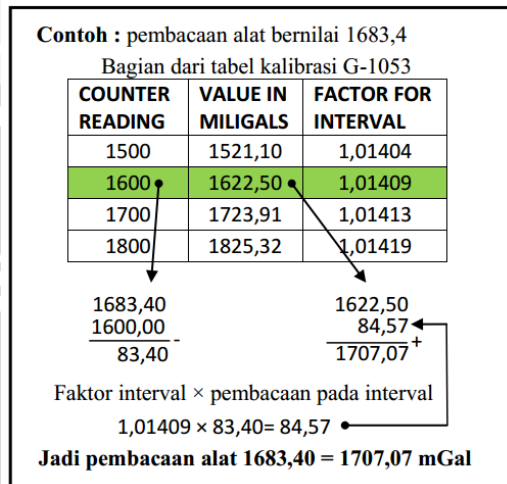
Langkah yang dilakukan pada pengolahan dengan data akuisisi gayabarat adalah dengan mengolah data pada MS.Excel untuk menghitung konversi satuan, menghitung koreksi tidal, koreksi drift, koreksi IGRF, dan nilai residual anomali gayabaratnya.



Gambar 3-7. Diagram Alur Penelitian

3.4.2.1 Konversi ke Miligal

Tahapan awal dalam pengolahan data gayaberat yaitu konversi data kedalam satuan gayaberat yaitu mGal. Data gayaberat yang telah terkonversi kedalam satuan mGal masih terpengaruh efek luar, sehingga dilakukan koreksi terhadapnya. Langkah dalam koreksi ini ditunjukkan pada Gambar berikut :



Gambar 3-8. Konversi pembacaan alat

3.4.2.2 Koreksi Pasang Surut (*Tidal*)

Selanjutnya koreksi tidal, koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan efek pengaruh pasang surut air laut akibat benda-benda langit di sekitar bumi. Dalam koreksi ini penulis menggunakan bantuan *software tide* berdasarkan program komputer yang mengacu pada rumusan yang diajukan oleh Longman (1969). Data yang dimasukkan secara berurutan berupa data bujur, lintang, tinggi, jam, menit, tanggal, bulan, dan tahun. Koreksi pasang surut harus diberikan kepada bumi untuk menyeimbangkan ke posisi normalnya, maka nilai yang diperoleh dari hasil koreksi ini nantinya akan ditambahkan pada data gravitasi.

$$\Delta g_{\text{TDL}} = \frac{3\text{Gr}M_m}{2D_m^2} \left(\cos 2a_m + \frac{1}{3} \right) - \frac{3\text{Gr}M_s}{2D_s^2} \left(\cos 2a_s + \frac{1}{3} \right) \quad (3.1)$$

3.4.2.3 Koreksi Apungan (*Drift*)

Koreksi *drift* untuk menghilangkan efek kelelahan pegas pada alat akibat adanya guncangan pada proses transportasi. Untuk

koreksi *drift* digunakan rumusan yang ditunjukkan pada persamaan 2.8.

$$drift = \frac{g_{akhir} - g_0}{t_{akhir} - t_0} (t_n - t_0) \quad (3.2)$$

dengan:

g_{akh} : pembacaan Gravitimeter pada akhir *looping*

g_0 : pembacaan Gravitimeter pada awal *looping*

t_{akh} : waktu pembacaan pada akhir *looping*

t_0 : waktu pembacaan pada awal *looping*

t_n : waktu pembacaan pada stasiun ke n

Nilai hasil koreksi *drift* ini nantinya akan dikurangi dengan data gravitasi.

3.4.2.4 Gaya Berat Observasi

Gayaberat observasi (g_{obs}) adalah nilai gayaberat hasil pengamatan. Gayaberat observasi merupakan hasil penjumlahan antara nilai gayaberat *Base Station* (g_{bn}) dengan selisih gayaberat tiap titik pengamatan dengan *Base Station* (Δg) yang telah terkoreksi *tidal* dan koreksi *drift*.

3.4.2.5 Koreksi Lintang

Diperlukan koreksi lintang karena adanya rotasi bumi pada porosnya yang mengakibatkan massa bumi berkumpul pada porosnya. Dengan terkumpulnya massa bumi tersebut, dapat diartikan bahwa gayaberat bumi juga terkumpul pada porosnya. Dalam koreksi lintang digunakan rumusan terbaru yaitu *Word Geodetic System 1984*. Rumusan tersebut terdapat pada persamaan 2.9.

$$g_n = 97803267714 \left(\frac{1 + 0.001938639 \sin^2 \theta}{\sqrt{1 - 0.0066943799913 \sin^2 \theta}} \right) \quad (3.3)$$

Software MS. Excel digunakan dalam pengolahan ini untuk mempermudah proses pengolahan.

3.4.2.6 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Koreksi udara bebas digunakan karena titik pengukuran berada pada ketinggian tertentu diatas *mean sea level*, dan pada setiap pertambahan ketinggian terhadap *mean sea level* mengakibatkan perubahan nilai gayabarat. Untuk mendapatkan nilai koreksi udara bebas digunakan rumusan dalam persamaan 2.10.

$$FAC = 0,3086 \times h \quad (3.4)$$

Dengan h adalah ketinggian

Dalam proses pengolahan untuk koreksi ini digunakan bantuan software MS. Excel.

3.4.2.7 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Adanya efek medan akibat terdapat bukit ataupun lembah disekitar titik pengukuran yang dapat menyebabkan efek penambahan ataupun pengurangan nilai gayabarat pengukuran. Oleh karena itu dilakukan koreksi medan. Koreksi medan didapatkan dengan *Hammer Chart*.

$$TC = \frac{2\pi G\rho}{n} \left[RL - RD + \sqrt{RD^2 - z^2} - \sqrt{RL^2 - z^2} \right] mGal \quad (3.5)$$

dengan :

n : jumlah kompartmen pada zona tersebut

R_L : radius luar pada zona tersebut

R_D : radius dalam pada zona tersebut

z : beda elevasi rata-rata kompartmen

Dalam proses perhitungan digunakan software MS. Excel agar mempermudah pengolahan.

3.4.2.8 Koreksi Bouguer

Berbeda dengan koreksi udara bebas yang tidak menyertakan massanya, dalam koreksi Bouguer ini hubungan antara ketinggian suatu tempat dengan rapat massanya diperhitungkan. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan 2.12.

$$KB = 0.0419 \rho h \quad (3.6)$$

dengan densitas (ρ) dan ketinggian (h).

Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui nilai koreksi Bouguer. Dalam proses perhitungan digunakan software MS. Excel agar mempermudah pengolahan.

3.4.2.9 Anomali Bouguer

Setelah dilakukan konversi dan koreksi data, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan Anomali Bouguer. Anomali Bouguer merupakan anomali gayabarat daerah penelitian. Untuk mengetahui nilai Anomali Bouguer digunakan rumusan pada persamaan 2.13.

$$AB = g_{\text{obs}} - (g(\varphi) - FAC + BC) \quad (3.7)$$

dengan:

AB : Anomali Bouguer

g_{obs} : Harga gravitasi observasi

g_N : Harga gravitasi normal

Pada rumusan tersebut, harga gaya berat direduksi dengan koreksi-koreksi gayabarat. Sehingga dapat dikatakan bahwa dalam Anomali Bouguer, Anomali Bouguer tidak terpengaruh efek lain, seperti efek pasang surut, kelelahan pegas pada alat, posisi lintang, serta topografi daerah penelitian. Dalam proses perhitungan nilai Anomali Bouguer digunakan software MS. Excel.

3.4.2.10 Reduksi Bidang Datar

Data Anomali Bouguer Lengkap masih berada pada topografi permukaan yang tidak rata dengan ketinggian yang bervariasi sehingga dapat menyebabkan *noise* pada anomali gravitasi. Untuk mengatasi hal tersebut maka anomali Bouguer lengkap perlu dibawa kebidang datar dengan ketinggian tertentu.

Reduksi bidang datar pada penelitian ini diproses menggunakan metode sumber *equivalen* titik massa dengan asumsi

sumber anomali berupa sekumpulan sumber *equivalen* titik massa yang terdistribusi pada suatu bidang datar (Dampney, 1969).

3.4.2.11 Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Lokal

Anomali Bouguer Lengkap masih merupakan gabungan antara efek regional dan lokal. Oleh karena itu, untuk keperluan interpretasi struktur geologi dangkal pada daerah penelitian maka anomali regional dan lokal harus dipisahkan. Proses pemisahan ini dilakukan dengan metode pengangkatan ke atas (*upward continuation*). Kontinuasi ke atas adalah transformasi medan potensial terukur pada suatu permukaan ke suatu bidang permukaan yang lain, jauh diatas permukaan sumber, tujuannya untuk meminimasi efek lokal yang disebabkan oleh sumber dangkal dan menampilkan efek regional yang disebabkan oleh sumber yang lebih dalam. Ketinggian kontinuasi dipilih sedemikian rupa hingga efek lokal tertekan sekecil mungkin. Hal ini dapat dilihat dari kontur anomalnya. Perlakuan tersebut bertujuan untuk meningkatkan resolusi vertikal pada hasil model 2D nantinya.

Proses kontinuasi keatas dilakukan dengan menggunakan bantuan software *magpick* untuk mengetahui anomali regional dan residualnya. Kontinuasi keatas dilakukan secara bertahap sampai diperoleh pola kontur anomali regional yang cenderung tetap dengan perubahan anomali yang relatif kecil. Berdasarkan analisis semakin tinggi kontinuasi maka akan memberikan kedalaman bidang batas regional yang semakin dalam dan kedalaman bidang batas lokal yang semakin dangkal. Hal ini bersesuaian dengan sifat dasar kontinuasi ke atas yaitu menekan efek lokal yang ada pada data anomali.

3.5 Pemodelan Geologi

Setelah mendapatkan nilai anomali gayaberat lokal dan regional, dilakukan pemodelan geologi. Pada proses ini dilakukan sayatan melintang pada penampang kontur anomali lokal hasil tampilan *software surfer 9*. Kemudian dilakukan *digitize* pada

penampang melintang tersebut. Setelah dilakukan *digitize* maka dilakukan *slice* antara anomali lokal dan hasil *digitize* sehingga diperoleh nilai anomali dan jarak yang selanjutnya disimpan dalam bentuk file dat. Hasil tersebut kemudian diolah dengan bantuan *software Grav2DC*. Setelah model anomali tergambar, dilakukan pemodelan struktur bawah permukaan daerah penelitian.

3.6 Interpretasi

Interpretasi Anomali Bouguer dapat dilakukan dengan dua cara yaitu Interpretasi Kualitatif dan Kuantitatif.

1. Interpretasi Kualitatif

Interpretasi ini dilakukan dengan mengamati data gaya berat yang berupa anomali Bouguer. Anomali Bouguer akan memberikan hasil secara global, yang masih memiliki anomali regional dan sisa. Hasil dari interpretasi ini dapat menafsirkan pengaruh anomali berdasarkan bentuk benda. Misalnya, pada peta anomali Bouguer diperoleh bentuk kontur tertutup maka dapat ditafsirkan sebagai struktur batuan berupa lipatan (*sinklin* atau *antiklin*) atau patahan. Untuk lebih jelas gambaran struktur geologi bawah permukaan dalam interpretasi kualitatif dapat menggunakan peta kontur anomali sisa karena menunjukkan anomali lokal daerah penelitian (Riani, 2013)

2. Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif dapat dilakukan dengan membuat penampang model 2D bawah permukaan dengan menggunakan software tertentu yang lintasannya diambil dari peta kontur anomali Bouguer lengkap. Identifikasi formasi patahan/sesar dari hasil model 2D bawah permukaan dapat ditunjukkan dengan adanya struktur bawah permukaan yang mengalami penurunan dan memperlihatkan bentukan berupa patahan atau lipatan yang disebabkan karena adanya penurunan anomali yang tajam. Interpretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan hasil penafsiran kualitatif sehingga dapat menentukan bagian-bagian penampang

anomali yang menarik untuk ditafsirkan struktur bawah permukaannya (Kusniati, 2008)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

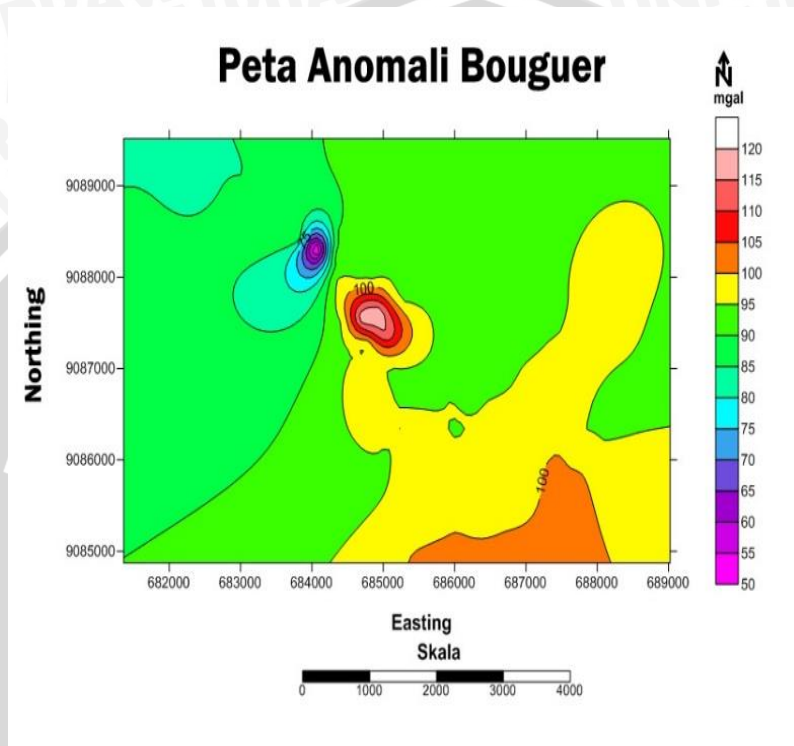
4.1 Interpretasi Kualitatif

Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika yang banyak digunakan untuk studi geodinamika dan eksplorasi dalam estimasi struktur geologi (Muh. Sarkowi, 2011). Pengukuran gayaberat dilakukan untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan yang dapat digunakan untuk penafsiran struktur, basement dan sesar.

Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mengetahui pola kontur anomali gayaberat pada daerah pengukuran yaitu dengan mengamati data gayaberat berupa Anomali Bouguer Lengkap. Anomali tersebut akan memberikan hasil secara global yang masih mempunyai nilai anomali regional dan residual.

4.1.1 Anomali Bouguer Lengkap

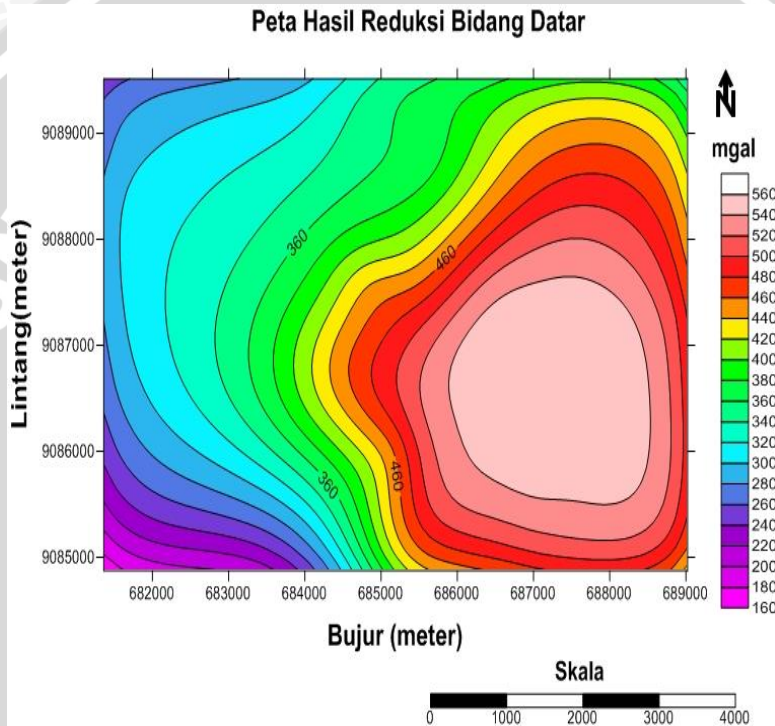
Anomali Bouguer Lengkap (ABL) merupakan nilai percepatan gravitasi total yang disebabkan oleh adanya variasi batuan di bawah permukaan bumi terhitung mulai dari permukaan relatif hingga ke kedalaman basement. Nilai Anomali Bouguer Lengkap merepresentasikan nilai percepatan total dari permukaan hingga kedalaman yang tidak diketahui.



Gambar 4-1. Anomali Bouguer Lengkap

Hasil yang didapat dari representasi nilai percepatan gravitasi bumi di suatu permukaan, dimana terdapat berbagai macam variasi batuan bawah permukaan yang memiliki nilai kerapatan jenis yang berbeda-beda. Sebaran Anomali Bouguer di daerah penelitian bervariasi antara +50 mGal sampai +120 mGal seperti yang terlihat pada (Gambar 4-1). Nilai anomali kontur ABL pada penelitian ini dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu anomali rendah dan anomali tinggi, anomali rendah dengan kontras warna biru tua sampai hijau dengan kisaran +50 sampai +90 mGal yang tersebar pada wilayah sebelah barat daya ke timur laut dan anomali tinggi yang berkisar

antara +95 mGal sampai +120 mGal yang menyebar pada wilayah barat laut ke tenggara.

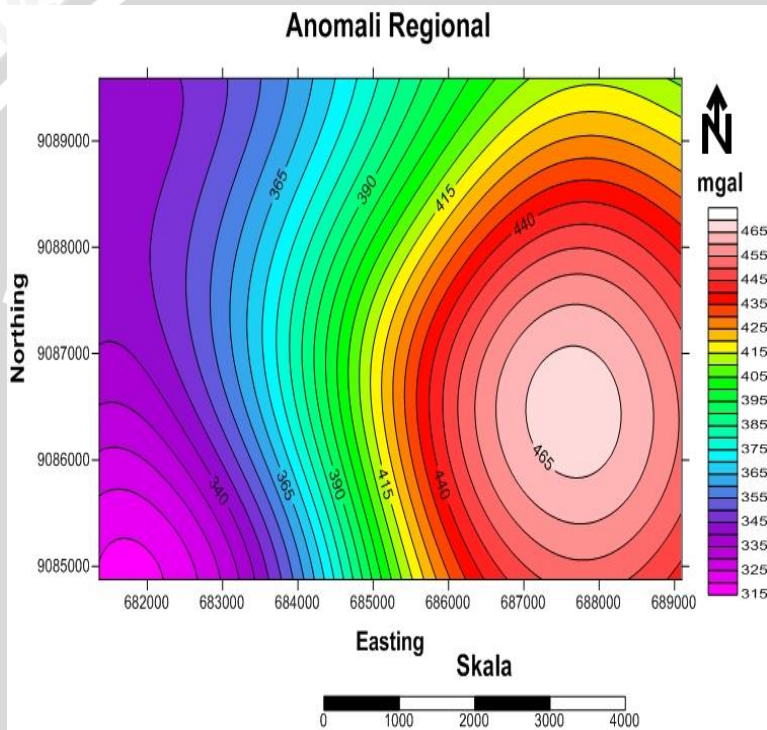


Gambar 4-2. Hasil Reduksi Bidang Datar

4.1.2 Anomali Regional

Anomali Bouguer Lengkap tersebut masih berada padatopografi yang tidak beraturan yang masih tercampur antara anomali regional dan anomali residual sehingga perlu untuk memproyeksikan Anomali Bouguer tersebut ke bidang datar yang selanjutnya dilakukan pemisahan anomali lokal dengan regional,

pemisahan ini dilakukan dengan cara mengurangi kontur intensitas anomali gayaberat total dengan kontur anomali gayaberat regional. Kontur anomali gravity regional didapatkan dengan cara di filter pengangkatan (*Upward Continuation*) (Geosoft, 2007).



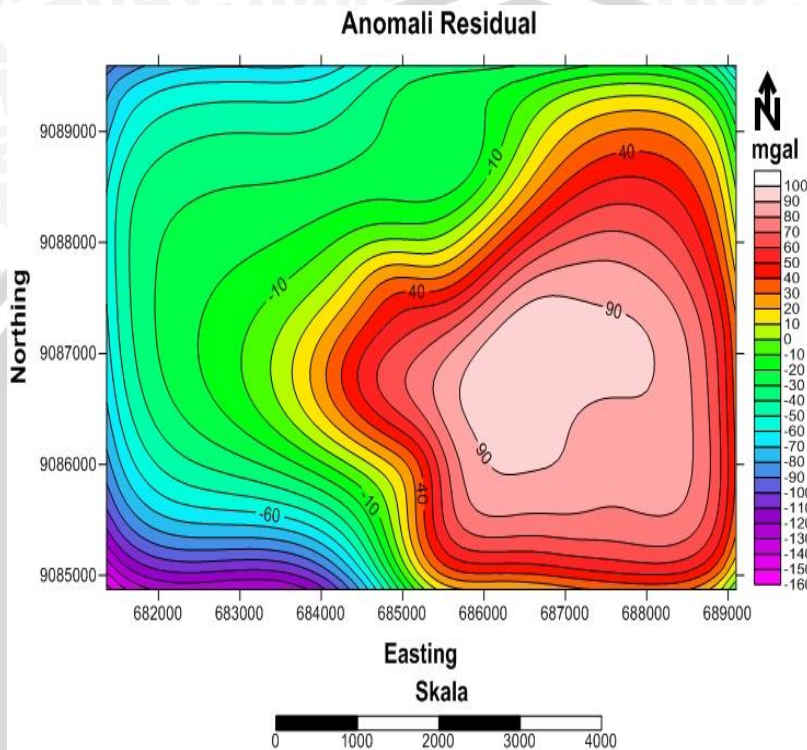
Gambar 4-3. Upward Continuation 1300 m (anomali regional)

Kontinuasi dengan pengangkatan ini digunakan setinggi 1300 m karena nilai anomali gayaberat lebih jelas perbedaannya terlihat pada gradasi warna pada kontur (Gambar 4-4). Pada kontur anomali regional terlihat lebih cenderung homogen dibandingkan anomali lokal atau residual dalam pengertian variasi nilai densitas

yang relatif lebih dekat dengan permukaan telah tereduksi pada anomali regional.

4.1.2 Anomali Residual

Dalam setiap pemisahan, anomali yang digunakan untuk interpretasi adalah anomali lokal atau residual karena untuk mempermudah proses interpretasi. Besar nilai anomali dipengaruhi oleh besar kecil nilai densitas batuan bawah permukaan. Selain itu, faktor lain yang berpengaruh terhadap nilai anomali adalah jarak dan volume batuan. Jika nilai anomali tinggi maka jarak antar batuan lebih dekat dan volume yg dimiliki batuan tersebut lebih tebal. Pada hasil peta kontur anomali lokal (residual) menggambarkan adanya zona yang mempunyai anomali rendah, sedang, dan anomali tinggi. Untuk anomali rendah ditunjukkan pada nilai -160 mGal hingga -60 mGal. Untuk anomali sedang ditunjukkan pada nilai -50 mGal hingga +10 mGal, dan untuk anomali tinggi ditunjukkan pada nilai +20 mGal hingga +100 mGal. Dari semua jenis anomali ini dapat di definisikan arah gerakannya yaitu bergerak dari arah barat ke timur. Nilai yang di dapat dari anomali lokal (residual) di sini masih cukup besar berkisar antara -160 mGal sampai +100 mGal dikarenakan data yang di ambil pada penelitian kali ini cukup sedikit dan tidak sepenuhnya di ambil dengan sistem *looping* (memutar). Hal ini di sebabkan karena pada lapangan daerah penelitian keadaannya sulit di jangkau untuk pengambilan titik pengamatan karena berada pada gunung yang sudah lama tidak aktif serta jurang yang sangat curam. Dalam peta anomali residual dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki anomali rendah pada keadaan sebenarnya merupakan daerah yang mudah dilewati atau mudah mendapatkan air, sedangkan pada daerah yang memiliki anomali tinggi merupakan daerah yang sulit mendapatkan air.



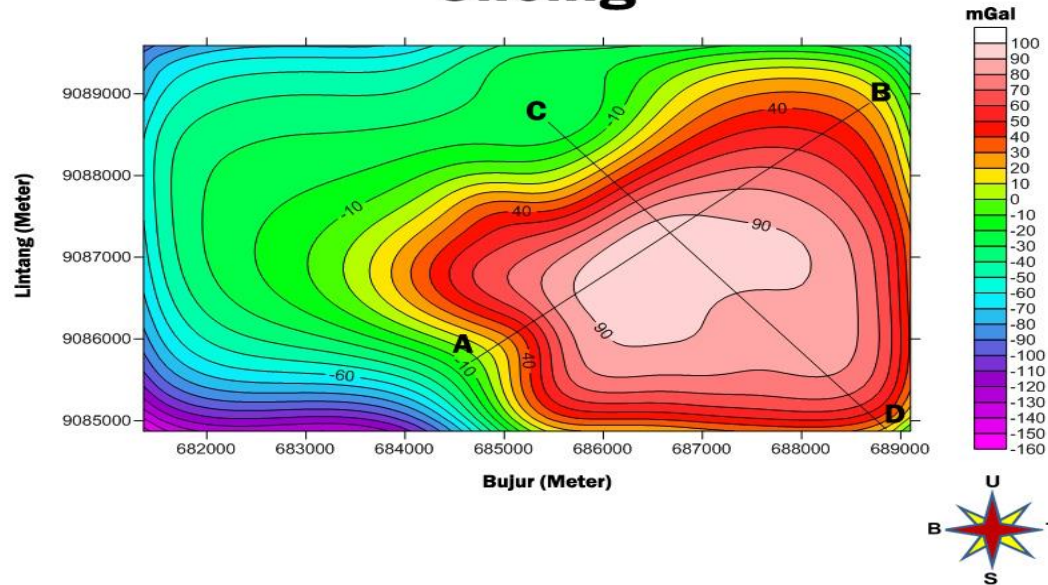
Gambar 4-4. Upward Continuation 1300 m (anomali lokal/residual)

4.2 Interpretasi Kuantitatif

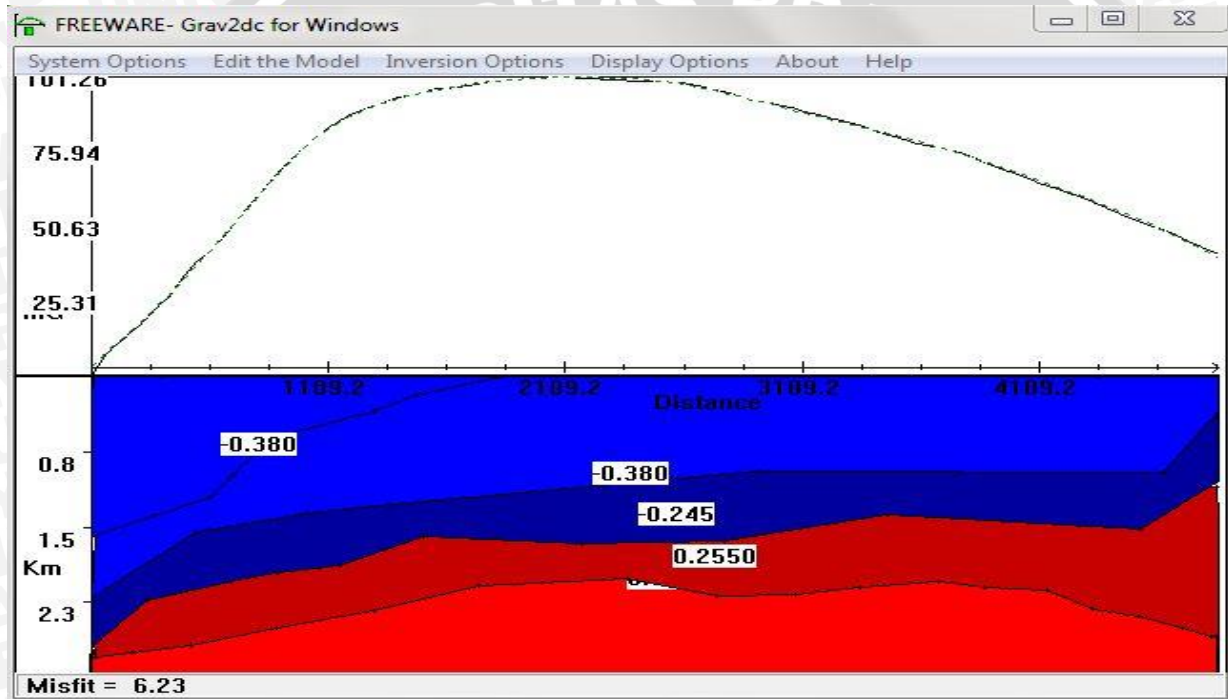
Interpretasi secara kuantitatif yang dilakukan dengan membuat model hasil *cross section* (sayatan) (Gambar 4-5). Dalam penelitian ini dibuat dua penampang (garis AB dan CD) pada kontur anomali residual. Interpretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan hasil penafsiran kualitatif sehingga dapat menentukan bagian-bagian penampang anomali yang terlihat menarik untuk diinterpretasikan struktur geologi bawah permukaannya. Akan tetapi dalam interpretasi kuantitatif ini masih terdapat ambiguitas

karena beragamnya jenis model yang dapat dihasilkan yang disebabkan oleh adanya parameter rapat massa, geometri dan kedalaman yang tidak pasti. Oleh karena itu dibutuhkan data pendukung seperti peta geologi, riwayat batuan, serta data nilai densitas batuan yang ada. Berdasarkan informasi dari peta geologi yang disusun oleh Santosa & Atmawinata (1992), satuan morfologi formasi malang selatan tepatnya pada formasi wonosari didominasi oleh hasil sedimentasi, secara umum struktur sedimentasi terdiri dari batuan gamping, lempung, dan napal pasiran. Informasi ini sangat membantu dalam penentuan densitas model yang akan dibuat. Pemodelan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan software *Grav2DC for windows* dengan cara awal membuat sayatan melintang (slicing) AB dan CD. Poligon-poligon yang ada dibawah permukaan tersebut memiliki nilai suseptibilitas batuan yang berbeda, dimana nilai tersebut didapatkan dari referensi (Lampiran 1). Pemodelan ini dilakukan dengan membuat bentuk poligon tertutup dan diubah-ubah agar didapatkan kecocokan antara kurva anomali gravitasi hasil pengukuran (garis berwarna hitam) dengan kurva hasil kalkulasi suseptibilitas batuan di bawahnya (Gambar 4-6 dan Gambar 4-7).

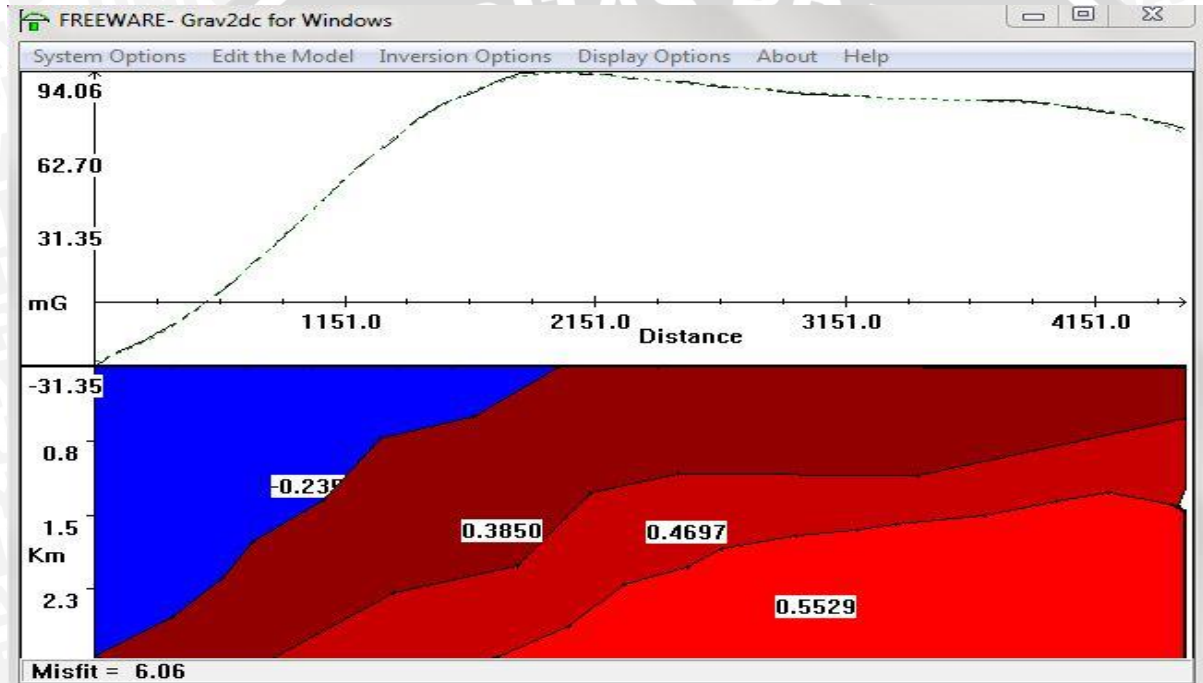
Slicing



Gambar 4-5. Posisi cross section pada kontur anomali



Gambar 4-6. Hasil pemodelan line AB



Gambar 4-7. Hasil pemodelan line CD

Pada lintasan AB sumbu Y di atas garis acuan menunjukkan nilai anomali sisa daerah penelitian, sedangkan sumbu Y di bawah garis acuan menunjukkan kedalaman hingga 3 kilometer. Sedangkan sumbu X menunjukkan panjang lintasan pemodelan geologi.

Pada penampang AB panjang lintasannya sepanjang ± 4 kilometer dan didapatkan nilai kontras densitas sebesar $\Delta\rho = -0,38 \text{ gr/cm}^3$ dengan ditandai warna biru muda yang memiliki harga densitas model $2,25 \text{ gr/cm}^3$ yang diperkirakan sebagai sedimentasi berupa *clay* (batuan lempung). Kemudian struktur yang berada dibawahnya terdapat hasil sedimentasi berupa napal pasir dengan harga densitas model $2,4 \text{ gr/cm}^3$ yang pada model kontras densitasnya ditunjukkan dengan nilai $\Delta\rho = -0,245 \text{ gr/cm}^3$ yang ditandai dengan warna biru tua. Struktur berikutnya memiliki kontras densitas sebesar $\Delta\rho = 0,25 \text{ gr/cm}^3$ dan mempunyai harga densitas model sebesar $2,7 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai batuan *sandstone* (batu pasir). Pada struktur dibawahnya terdapat sedimentasi gamping dengan kontras densitas sebesar $\Delta\rho = 0,45 \text{ gr/cm}^3$ dan harga densitas modelnya sebesar $2,9 \text{ gr/cm}^3$ yang diperkirakan sebagai *limestone* (batuan gamping).

Pada lintasan CD di kedalaman 3 kilometer di bawah garis acuan memiliki panjang lintasan sumbu X sepanjang ± 4 kilometer didapatkan nilai kontras densitas sebesar $\Delta\rho = -0,235 \text{ gr/cm}^3$ yang ditandai dengan kontras warna biru dengan harga densitas model adalah $2,25 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai hasil sedimentasi berupa *clay* (batuan lempung). Kemudian diselipi oleh batuan sedimen lain yang memiliki kontras densitas $\Delta\rho = 0,385 \text{ gr/cm}^3$ dengan harga densitas model $2,4 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai batuan napal pasir. Selanjutnya dibawahnya terdapat nilai kontras densitas sebesar $\Delta\rho = 0,4697 \text{ gr/cm}^3$ yang memiliki harga densitas model sebesar $2,7 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai *sandstone* (batuan pasir) dan lapisan terakhir memiliki kontras densitas sebesar $\Delta\rho = 0,5529 \text{ gr/cm}^3$ dengan harga densitas batuan $2,9 \text{ gr/cm}^3$ yang ditafsirkan sebagai *limestone* (batuan gamping).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada kontur Anomali Bouguer Lengkap diperoleh nilai anomali positif dengan rentang +50 sampai +120 mGal. Nilai anomali kontur ABL pada penelitian ini dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu anomali rendah dan anomali tinggi, anomali rendah dengan kisaran +50 sampai +90 mGal, anomali rendah ini terdistribusi pada bagian barat daya ke timur laut. Anomali tinggi dengan kisaran +95 sampai +120 mGal yang terdistribusi di bagian barat laut ke tenggara.

Struktur bawah permukaan pada pemodelan 2D terdapat beberapa lapisan yang menggambarkan bahwa jenis batuan terdiri dari batuan *clay* (batuan lempung) dengan nilai densitas batuan $2,25 \text{ gr/cm}^3$, napal pasiran dengan nilai densitas $2,4 \text{ gr/cm}^3$, *sandstone* (batuan pasir) dengan nilai densitas $2,7 \text{ gr/cm}^3$, serta *limestone* (batuan gamping) dengan nilai densitas $2,9 \text{ gr/cm}^3$.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut menggunakan metode lain seperti geomagnetik, magnetotellurik, geolistrik, dan lain-lain untuk mengetahui lebih detail struktur bawah permukaan pada Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju – Malang Selatan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Austin. 1992. *LaCoste and Romberg, Intruction Manual Model G & D Gravity Meters*. Texas. USA.
- Dampney, C.N.G. 1969. *The Equivalent Source Technique, Geophysics*. Vol 34. No.1, P.39-53
- Hadipandoyo, S., 2004. *In – House Training Gravity*. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Pusdiklat Migas Cepu. Blora.
- Hidayat, Fathoni Sukma. 2011. *Penyelidikan Gayaberat untuk Pemetaan Struktur Bawah Permukaan di Daerah Karanganyar Bagian Barat : Skripsi*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Kusniati, A. 2008. *Anomali Bouguer dan Residual sebagai Acuan dalam Penentuan Struktur Geologi Bawah Permukaan dan Potensi Geothermal di Daerah Serang dan Sekitarnya*. Jurusan Fisika. Malang, Universitas Brawijaya. S1
- Lillie, R. J., 1999. *Whole Earth Geophysics : An Introductory Textbook for Geologist and Geophysicist*. Prentice-hall, Inc. USA.
- Muh.Sarkowi. 2010. *Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Gunung Merbabu – Merapi Berdasarkan Permodelan 3D Anomali Bouguer*. Berkala Fisika. Vol.13, No.2: D11-D18.
- Nurwidyanto, M.I. 2007. *Pemodelan Zona Sesar Opak Di Daerah Pleret Bantul Yogyakarta dengan Metode Gravitasi*. Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika FMIPA UNDIP. 10: 65-70.
- Pipit Wijayanti. 2011. *Handout Pengenalan Struktur, Litologi, dan Proses Geomorfologis Berdasarkan Bentuk Lahan yang Ada*. Surakarta: 2009
- Riani, E. 2013. *Penyelidikan Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Metode Gayaberat di Gunung Ijen, Jawa Timur*. Jurusan Fisika. Malang, Universitas Brawijaya. S1

- Septiyana, A. M.I., 2009. *Studi Struktur Geologi Volcanic-Geothermal Daerah Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara Berdasarkan Survei Gayaberat*.Jurusan Fisika. Malang, Universitas Brawijaya. S1
- Sleep, N.H. and Fujita, K., 1997. *Principles of Geophysics*. Blackwell Science, Inc. USA.
- Sujanto,R. Hardisantono, Kusnama, Rchaniago, dan R.Baharuddin. 1992. *Peta Geologi Lembar Turen, Jawa Timur*.Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Sunaryo. 2012. *Identification Of Arjuno-Welirang Volcano-Geothermal Energy Zone By Means Of Density And Susceptibility Contrast Parameters*.International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol: 12 No: 01.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics Second Edition*.Cambridge University Press. USA.
- Untung, M., 2001.*Dasar - Dasar Magnet dan Gayaberat Serta Beberapa Penerapannya (Seri Geofisika)*.Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Wardana, D. 2008. *Penelitian Gayaberat di Daerah Perbatasan Cekungan Bogor dan Cekungan Jawa Barat Utara*. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. Bandung
- Yayat, S., Gaol, K. L., Utari, S. dan Ramalis, T. R., 2003.*Pembuatan Titik Ikat Gayaberat Pada Jalur Kalibrasi Bandung-GunungTangkubanparahu*.Jurnal Geofisika No. 2. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia

LAMPIRAN

Lampiran 1: Proses pembuatan titik ikat

Pengukuran gayaberat merupakan pengukuran relatif terhadap titik acuan yang telah diketahui nilai gayaberatnya. Dalam penelitian ini dibuat titik acuan gayaberat di lokasi penelitian (Base Telkom) terlebih dahulu untuk memudahkan proses *looping*. Titik Base Telkom merupakan hasil pengukuran relatif terhadap titik acuan Base Fisika yang telah diketahui nilai gayaberatnya sebesar 978079,44 mGal. Rumusan titik ikat diadopsi dari (Yayat, dkk, 2003) sebagai berikut.

$$g_{obs} = g_{bn} + \Delta g$$

dengan,

$$\Delta g = ((R_t - R_{ac}) + \text{tide} + \text{drift})$$

dimana :

g_{obs} = nilai gayaberat hasil pengamatan

g_{bn} = nilai gayaberat titik acuan

Δg = selisih gayaberat titik pengamatan dengan titik acuan

R_t = harga pembacaan dititik amat

R_{ac} = harga pembacaan dititik acuan

$Tide$ = koreksi pasang surut

$Drift$ = koreksi apungan/kelelahan pegas

Proses pengukuran ditunjukkan ada tabel 1.1. Berikut ini hasil pengukuran relatif gayaberat titik Base Telkom terhadap Base Fisika.

Nama Titik	: Base Fisika (titik acuan fisika)
G. OBS	: 978079,44 mGal
Lokasi	: Pojok kanan Gedung Fisika UB Malang
Lintang	: 7°57'10.3"
Bujur	: 112°36'42.04"
Ketinggian	: 521 mdpl
Nama Titik	: Base Telkom
G. OBS	: 978107,4495 mGal

Lokasi : Depan Telkom Sumbermanjing Wetan

Lintang : 8°15' 32,81"

Bujur : 112°41' 09,59"

Ketinggian : 631 mdpl

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Table 1: Pengolahan Data Titik Ikat

No.	Titik	Reading counter			Lintang	Bujur
		I	II	III		
1	Base Fis	1691.747	1691.527	1691.634	7°57'10.3"	112°36'42.04"
2	Base Telkom	1719.187	1719.188	1719.187	8°15'32,81"	112°41'09,59"
3	Base Fis	1691.193	1691.192	1691.190	7°57'10.3"	112°36'42.04"
Waktu		Elevasi (m)	Waktu (s)	RC rata-rata	Konversi (mGal)	Koreksi Tidal
Jam	Menit					
14	30	521	52200	1691,636	1715.42715	0.002
16	33	631	59580	1719,187	1743.36845	-0.079
20	11	521	72660	1691,190	1714.97656	0.039
g terkoreksi tidal		Koreksi Drift	Gravitasi (mGal) Corrected		Relative	Nilai titik ikat Base Telkom (mGal)
1715.42915		0	1715.429151		0	
1743.28945		-0.14918493	1743.438635		28.00948404	978107.4495
1715.01556		-0.41359399	1715.429151		0	

Lampiran 2: Pengolahan Data Gravity

BA SE	Lintang	Bujur	Waktu (jam)	Reading Counter	Elev asi (m)	g Obs mgal	g Normal mgal	FAC mgal	BAC mgal	ABL mgal
0	8.25911	112.686	10.20	1718.931	635	978107.4	978138.8	195.961	71.09022	93.5072
1	8.2594	112.6883	10.57	1718.118	648	978106.6	978138.8	199.9728	72.54561	95.2312
2	8.26122	112.6892	11.09	1718.381	649	978106.9	978138.9	200.2814	72.65756	95.6448
3	8.26306	112.6905	11.24	1721.896	640	978110.4	978138.9	197.504	71.64998	97.3865
4	8.26363	112.6931	11.39	1723.526	638	978112.1	978138.9	196.8868	71.42608	98.6209
5	8.2621	112.6938	12.46	1724.966	627	978113.5	978138.9	193.4922	70.19459	97.9055
6	8.26481	112.6958	13.14	1722.969	644	978111.4	978139	198.7384	72.0978	99.1216
7	8.26439	112.6977	13.29	1723.192	641	978111.6	978138.9	197.8126	71.76194	98.7502
8	8.26282	112.6989	13.41	1723.743	634	978112.2	978138.9	195.6524	70.97827	97.9559
9	8.2622	112.7011	13.51	1726.419	629	978114.9	978138.9	194.1094	70.4185	99.6884
10	8.26364	112.7023	14.03	1727.259	625	978115.7	978138.9	192.875	69.97069	99.6998
11	8.26508	112.704	14.26	1725.344	632	978113.7	978139	195.0352	70.75436	99.0640
12	8.25003	112.7051	14.58	1727.635	624	978116	978138.6	192.5664	69.85873	100.1573
13	8.25936	112.6837	15.15	1722.301	619	978110.6	978138.8	191.0234	69.29897	93.5035
14	8.26009	112.6814	15.25	1726.971	603	978115.3	978138.8	186.0858	67.50772	95.0621

15	8.25842	112.6807	15.35	1731.380	581	978119.8	978138.8	179.2966	65.04475	95.2380
16	8.25629	112.6809	15.56	1733.455	564	978121.9	978138.7	174.0504	63.14155	94.0296
17	8.2557	112.6792	16.10	1740.344	537	978128.8	978138.7	165.7182	60.11881	95.7073
18	8.25379	112.6774	16.19	1746.044	502	978134.6	978138.7	154.9172	56.20046	94.6454
19	8.25163	112.6744	16.47	1756.552	451	978145.2	978138.6	139.1786	50.49085	95.3067
20	8.26615	112.6752	17.04	1762.494	410	978151.3	978139	126.526	45.90077	92.8860
21	8.26586	112.6783	17.17	1763.528	411	978152.3	978139	126.8346	46.01272	94.1328
22	8.26416	112.6801	17.26	1763.418	410	978152.2	978138.9	126.526	45.90077	93.8655
23	8.26238	112.6817	17.46	1764.075	405	978152.8	978138.9	124.983	45.34101	93.5901
24	8.26004	112.6946	10.19	1723.311	630	978111.7	978138.8	194.418	70.53045	96.7017
25	8.25899	112.6925	10.31	1718.859	642	978107.2	978138.8	198.1212	71.87389	94.5920
26	8.25647	112.6944	10.55	1711.084	670	978099.3	978138.7	206.762	75.00858	92.3111
27	8.256	112.6949	11.09	1716.960	648	978105.3	978138.7	199.9728	72.54561	93.9732
28	8.25463	112.6966	11.20	1716.491	652	978104.8	978138.7	201.2072	72.99342	94.3319
29	8.25299	112.715	11.36	1719.751	634	978108.1	978138.7	195.6524	70.97827	94.1565
30	8.25321	112.7008	11.51	1720.242	636	978108.6	978138.7	196.2696	71.20217	95.0541
31	8.25347	112.7031	12.19	1719.751	644	978108.2	978138.7	198.7384	72.0978	96.1403
32	8.25345	112.7031	12.31	1718.187	648	978106.6	978138.7	199.9728	72.54561	95.3466
33	8.2539	112.7076	12.44	1717.967	651	978106.4	978138.7	200.8986	72.88147	95.7072

34	8.25345	112.7031	13.57	1717.079	644	978105.5	978138.7	198.7384	72.0978	93.4454
35	8.24952	112.7021	14.15	1718.859	631	978107.3	978138.6	194.7266	70.64241	92.7908
36	8.25017	112.6999	14.31	1718.748	631	978107.2	978138.6	194.7266	70.64241	92.6576
37	8.25211	112.7161	14.45	1719.638	632	978108.1	978138.6	195.0352	70.75436	93.7042
38	8.25172	112.6972	14.52	1718.201	636	978106.6	978138.6	196.2696	71.20217	93.0416
39	8.25178	112.695	15.10	1713.966	653	978102.3	978138.6	201.5158	73.10537	92.0849
40	8.25333	112.6937	15.22	1712.187	663	978100.5	978138.7	204.6018	74.22491	92.2057
41	8.25575	112.6931	15.32	1712.857	661	978101.2	978138.7	203.9846	74.001	92.4273
42	8.25704	112.6914	15.46	1712.931	660	978101.2	978138.8	203.676	73.88905	92.2709
43	8.25909	112.6907	15.58	1715.860	650	978104.2	978138.8	200.59	72.76952	93.2194
44	8.26062	112.6914	16.15	1721.421	631	978109.9	978138.9	194.7266	70.64241	95.0832
45	8.25972	112.6794	9.32	1732.078	584	978121.2	978138.8	180.2224	65.38061	97.2001
46	8.26182	112.6788	9.44	1735.854	572	978125	978138.9	176.5192	64.03717	98.6123
47	8.2606	112.6805	10.09	1732.861	586	978122	978138.9	180.8396	65.60452	98.3535
48	8.26246	112.6804	10.26	1735.315	578	978124.5	978138.9	178.3708	64.70889	99.2141
49	8.26308	112.6802	10.40	1739.083	567	978128.3	978138.9	174.9762	63.47741	100.8483
50	8.25737	112.6785	11.17	1733.416	581	978122.5	978138.8	179.2966	65.04475	97.9731
51	8.25674	112.6764	11.31	1733.267	578	978122.3	978138.8	178.3708	64.70889	97.2351
52	8.26115	112.684	12.04	1724.187	626	978113.1	978138.9	193.1836	70.08264	97.3138

53	8.26114	112.6824	12.22	1726.420	618	978115.3	978138.9	190.7148	69.18702	97.9801
54	8.26293	112.6821	13.03	1732.641	597	978121.6	978138.9	184.2342	66.836	100.0456
55	8.26292	112.6869	13.37	1727.309	614	978116.1	978138.9	189.4804	68.7392	97.8915
56	8.26425	112.6891	13.46	1724.082	630	978112.8	978138.9	194.418	70.53045	97.7098
57	8.26412	112.6914	14.03	1723.490	633	978112.1	978138.9	195.3438	70.86631	97.6617
58	8.26698	112.693	14.49	1725.969	632	978114.6	978139	195.0352	70.75436	99.8230
59	8.26573	112.6867	15.02	1726.078	624	978114.6	978139	192.5664	69.85873	98.3610
60	8.26202	112.689	15.14	1721.305	618	978109.8	978138.9	190.7148	69.18702	92.4069
61	8.25837	112.6825	15.28	1725.307	596	978113.8	978138.8	183.9256	66.72405	92.1992
62	8.25115	112.6769	15.50	1761.787	544	978150.7	978138.6	167.8784	60.90249	119.1009
63	8.25053	112.6791	15.59	1761.078	545	978150	978138.6	168.187	61.01444	118.5721
64	8.25268	112.6801	16.05	1755.187	560	978144	978138.6	172.816	62.69374	115.4773
65	8.26936	112.6939	13.10	1728.423	617	978117.4	978139.1	190.4062	69.07506	99.7036
66	8.26943	112.6919	13.19	1723.751	631	978112.7	978139.1	194.7266	70.64241	97.6983
67	8.27031	112.6894	13.25	1724.203	630	978113.1	978139.1	194.418	70.53045	97.9237
68	8.27094	112.6871	13.33	1723.970	632	978112.9	978139.1	195.0352	70.75436	98.0469
69	8.27279	112.6853	13.40	1729.528	610	978118.5	978139.2	188.246	68.29139	99.2932
70	8.27424	112.6835	13.48	1733.750	592	978122.8	978139.2	182.6912	66.27624	99.9791
71	8.27531	112.685	13.57	1734.859	593	978123.9	978139.2	182.9998	66.38819	101.2503

72	8.27465	112.6874	14.06	1736.311	586	978125.3	978139.2	180.8396	65.60452	101.3407
73	8.27266	112.6888	14.15	1732.527	601	978121.5	978139.2	185.4686	67.28381	100.4817
74	8.2709	112.6838	14.31	1724.965	621	978113.7	978139.1	191.6406	69.52288	96.7479
75	8.26862	112.6961	14.52	1723.746	638	978112.5	978139.1	196.8868	71.42608	98.8560
76	8.26824	112.6984	15.07	1721.639	649	978110.3	978139	200.2814	72.65756	98.8493
77	8.26894	112.7009	15.19	1727.083	632	978115.8	978139.1	195.0352	70.75436	100.9743
78	8.26649	112.7017	15.25	1727.190	631	978115.9	978139	194.7266	70.64241	100.9319
79	8.26718	112.7043	15.35	1725.747	638	978114.4	978139	196.8868	71.42608	100.7976
80	8.2644	112.7047	15.45	1725.197	637	978113.8	978138.9	196.5782	71.31412	100.0841
81	8.26207	112.7056	15.55	1719.201	641	978107.7	978138.9	197.8126	71.76194	94.8192
82	8.26354	112.7076	16.06	1717.749	651	978106.2	978138.9	200.8986	72.88147	95.2414
83	8.2474	112.6734	7.35	1759.190	406	978153.5	978138.5	125.2916	45.45296	94.8557
84	8.24492	112.6735	7.44	1760.970	387	978155.3	978138.4	119.4282	43.32585	92.9889
85	8.24434	112.671	7.52	1716.416	376	978110.2	978138.4	116.0336	42.09437	45.6579
86	8.24317	112.6687	7.58	1760.972	370	978155.3	978138.4	114.182	41.42265	89.6945
87	8.24286	112.6739	8.09	1761.567	376	978155.9	978138.4	116.0336	42.09437	91.4876
88	8.24094	112.6862	8.20	1763.298	363	978157.7	978138.3	112.0218	40.63898	90.7386
89	8.24006	112.669	8.25	1761.965	360	978156.4	978138.3	111.096	40.30312	88.8213
90	8.23943	112.6661	8.31	1761.638	357	978156	978138.3	110.1702	39.96726	87.9178

91	8.23928	112.6634	8.37	1760.972	356	978155.3	978138.3	109.8616	39.8553	87.0523
92	8.23895	112.6607	8.45	1760.190	355	978154.6	978138.3	109.553	39.74335	86.0740
93	8.23851	112.6577	8.52	1759.308	352	978153.7	978138.3	108.6272	39.40749	84.6036
94	8.23816	112.655	8.57	1759.298	351	978153.7	978138.3	108.3186	39.29554	84.4096
95	8.23788	112.6527	9.02	1759.308	350	978153.7	978138.3	108.01	39.18359	84.2323
96	8.23759	112.6499	9.09	1826.526	348	978154.2	978138.3	107.3928	38.95968	84.4090
97	8.23718	112.6478	9.19	1760.187	345	978154.6	978138.2	106.467	38.62382	84.1680
98	8.23907	112.6465	9.26	1761.310	348	978155.7	978138.3	107.3928	38.95968	85.8531
99	8.23594	112.6473	9.34	1756.530	347	978150.9	978138.2	107.0842	38.84773	80.8938
100	8.23351	112.6475	9.40	1758.751	346	978153.1	978138.2	106.7756	38.73577	83.0168
101	8.23361	112.6495	9.47	1760.081	340	978154.5	978138.2	104.924	38.06405	83.1879
102	8.23699	112.6615	10.29	1759.529	352	978154	978138.2	108.6272	39.40749	84.9362
103	8.23613	112.663	10.35	1759.529	355	978154	978138.2	109.553	39.74335	85.5528
104	8.23697	112.665	10.41	1760.638	356	978155.1	978138.2	109.8616	39.8553	86.8576
105	8.23804	112.6669	10.53	1762.188	353	978156.7	978138.3	108.9358	39.51944	87.8216
106	8.24314	112.6763	11.08	1760.312	387	978154.8	978138.4	119.4282	43.32585	92.4858
107	8.24771	112.6825	14.20	1755.300	425	978149.8	978138.5	131.155	47.58007	94.8198
108	8.24924	112.6837	14.30	1751.418	442	978145.8	978138.6	136.4012	49.48327	94.1833
109	8.24717	112.6837	14.38	1754.078	430	978148.5	978138.5	132.698	48.13983	94.5713

110	8.24714	112.6845	14.44	1752.747	436	978147.2	978138.5	134.5496	48.81155	94.3988
111	8.24867	112.6811	14.57	1756.528	421	978151	978138.5	129.9206	47.13226	95.2389
112	8.24951	112.6822	15.02	1753.421	436	978147.8	978138.6	134.5496	48.81155	95.0131
113	8.23368	112.6834	15.09	1747.860	463	978142.2	978138.2	142.8818	51.83429	95.0852
114	8.24702	112.6781	15.20	1757.527	407	978152	978138.5	125.6002	45.56491	93.5278
115	8.24691	112.6764	15.25	1757.857	404	978152.3	978138.5	124.6744	45.22905	93.2722
116	8.24619	112.6749	15.34	1759.746	394	978154.2	978138.5	121.5884	44.10952	93.2326

Lampiran 3: Konversi mGalLaCoste & Romberg type G-1053

Table 2: Konversi mGalLaCoste & Romberg type G-1053

COUNTER READING	VALUE IN MILIGALS	FACTOR FOR INTERVAL	COUNTER READING	VALUE IN MILIGALS	FACTOR FOR INTER VAL
0	0	1,01437			
100	101,44	1,01430	3600	3651,97	1,01554
200	202,87	1,01423	3700	3753,53	1,01561
300	304,29	1,01417	3800	3855,09	1,01568
400	405,71	1,01411	3900	3956,66	1,01574
500	507,12	1,01406	4000	4058,23	1,01580
600	608,52	1,01402	4100	4159,81	1,01586
700	709,93	1,01398	4200	4261,40	1,01591
800	811,32	1,01396	4300	4362,99	1,01596
900	912,72	1,01394	4400	4464,58	1,01600
1000	1013,11	1,01394	4500	4566,18	1,01604
1100	1115,51	1,01394	4600	4667,79	1,01606
1200	1216,90	1,01396	4700	4769,39	1,01608
1300	1318,30	1,01398	4800	4871,00	1,01610

1400	1419,70	1,01401	4900	4972,61	1,01610
1500	1521,10	1,01404	5000	5074,22	1,01609
1600	1622,50	1,01409	5100	5175,83	1,01607
1700	1723,91	1,01413	5200	5277,44	1,01604
1800	1825,32	1,01419	5300	5379,04	1,01599
1900	1929,74	1,01425	5400	5480,64	1,01594
2000	2028,17	1,01431	5500	5582,23	1,01587
2100	2129,60	1,01438	5600	5683,82	1,01578
2200	2231,04	1,01445	5700	5785,40	1,01569
2300	2332,48	1,01452	5800	5886,97	1,01558
2400	2433,93	1,01460	5900	5988,52	1,01546
2500	2535,39	1,01468	6000	6090,07	1,01533
2600	2636,86	1,01476	6100	6191,60	1,01519
2700	2738,34	1,01483	6200	6293,12	1,01505
2800	2839,82	1,01491	6300	6394,63	1,01489
2900	2941,31	1,01499	6400	6496,12	1,01474
3000	3042,81	1,01507	6500	6597,59	1,01459
3100	3144,32	1,01515	6600	6699,05	1,01445

Lampiran 4: Algoritma Dampney

```
load('xygh.txt');
x=xygh(:,1);
y=xygh(:,2);
z=-xygh(:,3);
g=xygh(:,4);
dx=input('interval grid : ');
G=6.6732e-11;
h=input('kedalaman bidang ekuivalen : ');
p=input('ketinggian p :');
upw=-p;
xa=xygh(:,1);
ya=xygh(:,2);
alfa=xa;
beta=ya;
N=length(x);
Y=length(xa);
tol=input('toleransi kesalahan: ');
maxit= ('iterasi maksimum: ');
for i=1:N;
    for j=1:N;
        Ma1=i;
        
$$a(i,j)=G*(h-z(i))/((x(i)-alfa(j))^2+(y(i)-beta(j))^2+(z(i)-h)^2)^{1.5};$$

        end;
    end;
    meq=inv(a)*g;
    gp=a*meq;
    eror=sum(abs(gp-g))/N;
    for i=1:Y;
        for j=1:N;
            Ma2=i;
```

```
b(i,j)=G*(h-upw)/((xa(i)-x(j))^2+(ya(i)-y(j))^2+(upw-  
h)^2)^1.5;  
end;  
end;  
gupw=b*meq;  
gbidtar=[x y gupw];  
save new1.txt gbidtar -ascii;
```



Lampiran 5 :Tabel Densitas Batuan

Rock type	Range (g/cm ³)	Average (g/cm ³)	Mineral	Range (g/cm ³)	Average (g/cm ³)
Sediments (wet)			Metallic minerals		
Overburden		1.92	Oxides, carbonates		
Soil	1.2 – 2.4	1.92	Bauxite	2.3 – 2.55	2.45
Clay	1.63 – 2.6	2.21	Limonite	3.5 – 4.0	3.78
Gravel	1.7 – 2.4	2.0	Siderite	3.7 – 3.9	3.83
Sand	1.7 – 2.3	2.0	Rutile	4.18 – 4.3	4.25
Sandstone	1.61 – 2.76	2.35	Manganite	4.2 – 4.4	4.32
Shale	1.77 – 3.2	2.40	Chromite	4.3 – 4.6	4.36
Limestone	1.93 – 2.90	2.55	Ilmenite	4.3 – 5.0	4.67
Dolomite	2.28 – 2.90	2.70	Pyrolusite	4.7 – 5.0	4.82
Sedimentary rocks (av.)		2.50	Magnetite	4.9 – 5.2	5.12
Igneous rocks			Franklinite	5.0 – 5.22	5.12
Rhyolite	2.35 – 2.70	2.52	Hematite	4.9 – 5.3	5.18
Andesite	2.4 – 2.8	2.61	Cuprite	5.7 – 6.15	5.92
Granite	2.50 – 2.81	2.64	Cassiterite	6.8 – 7.1	6.92
Granodiorite	2.67 – 2.79	2.73	Wolframite	7.1 – 7.5	7.32
Porphyry	2.60 – 2.89	2.74	Sulfides, arsenides		
Quartz diorite	2.62 – 2.96	2.79	Sphalerite	3.5 – 4.0	3.75
Diorite	2.72 – 2.99	2.85	Malachite	3.9 – 4.03	4.0
Lavas	2.80 – 3.00	2.90	Chalcocopyrite	4.1 – 4.3	4.2
Diabase	2.50 – 3.20	2.91	Stannite	4.3 – 4.52	4.4
Basalt	2.70 – 3.30	2.99	Stibnite	4.5 – 4.6	4.6
Gabbro	2.70 – 3.50	3.03	Pyrrhotite	4.5 – 4.8	4.65
Peridotite	2.78 – 3.37	3.15	Molybdenite	4.4 – 4.8	4.7
Acid igneous	2.30 – 3.11	2.61	Marcasite	4.7 – 4.9	4.85
Basic igneous	2.09 – 3.17	2.79	Pyrite	4.9 – 5.2	5.0
Metamorphic rocks			Bornite	4.9 – 5.4	5.1
Quartzite	2.5 – 2.70	2.60	Chalcocite	5.5 – 5.8	5.65
Schists	2.39 – 2.9	2.64	Cobaltite	5.8 – 6.3	6.1
Graywacke	2.6 – 2.7	2.65	Arsenopyrite	5.9 – 6.2	6.1
Marble	2.6 – 2.9	2.75	Bismuthinite	6.5 – 6.7	6.57
Serpentine	2.4 – 3.10	2.78	Galena	7.4 – 7.6	7.5
Slate	2.7 – 2.9	2.79	Cinnabar	8.0 – 8.2	8.1
Gneiss	2.59 – 3.0	2.80	Non-metallic minerals		
Amphibolite	2.90 – 3.04	2.96	Petroleum	0.6 – 0.9	—
Eclogite	3.2 – 3.54	3.37	Ice	0.88 – 0.92	—
Metamorphic	2.4 – 3.1	2.74	Sea Water	1.01 – 1.05	—
			Lignite	1.1 – 1.25	1.19
			Soft coal	1.2 – 1.5	1.32
			Anthracite	1.34 – 1.8	1.50
			Chalk	1.53 – 2.6	2.01
			Graphite	1.9 – 2.3	2.15
			Rock salt	2.1 – 2.6	2.22
			Gypsum	2.2 – 2.6	2.35
			Kaolinite	2.2 – 2.63	2.53
			Orthoclase	2.5 – 2.6	—
			Quartz	2.5 – 2.7	2.65
			Calcite	2.6 – 2.7	—
			Anhydrite	2.29 – 3.0	2.93
			Biinite	2.7 – 3.2	2.92

(Telford et.al, 1967)

Lampiran 6 :Gambar Akuisisi Data Lapangan



Gambar L.6.1 Pengambilan titik ikat di Base Fisika



Gambar L.6.2 Pengambilan titik ikat di Base Telkom



Gambar L.6.3 Akuisisi Data di Desa Sumbermanjing Wetan



Gambar L.6.4 Akuisisi Data di Desa Druju



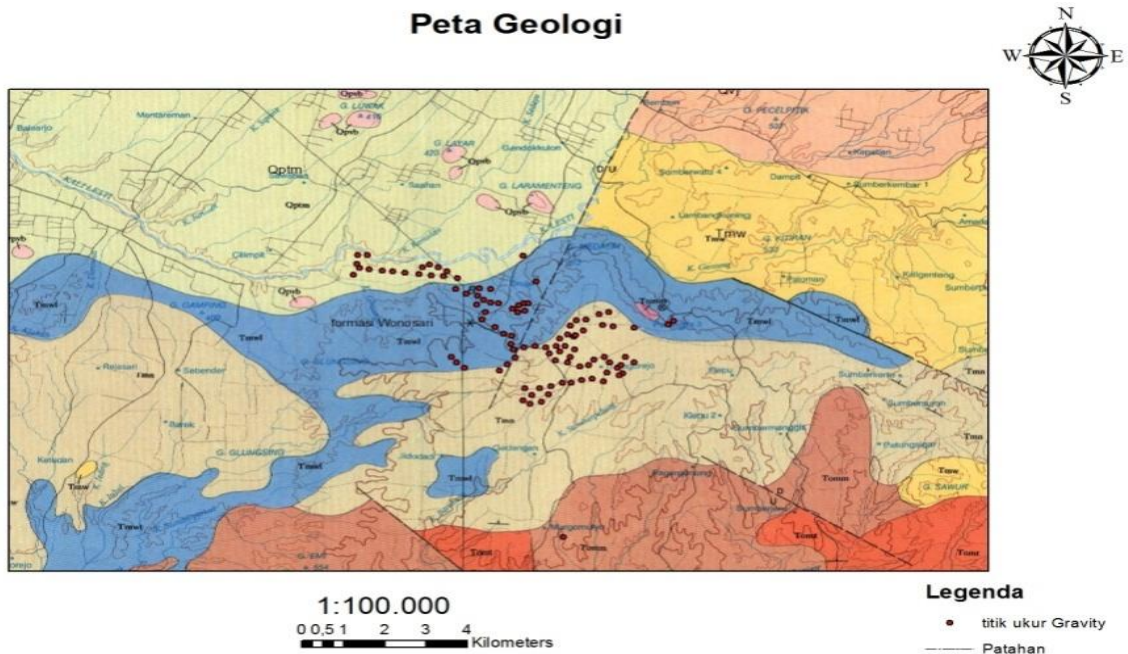
Gambar L.6.5 Kondisi Geografis Sebagian Wilayah
Desa Druju



Gambar L.6.6 Proses Pengolahan Akuisisi Data

Lampiran 7 : Skema Pengambilan Data

Peta Geologi



64

