

**PENDUGAAN STRUKTUR BAWAH  
PERMUKAAN DI KABUPATEN SEMARANG  
BERDASARKAN ANOMALI GRAVITASI CITRA  
SATELIT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Diajukan oleh:

**Puspita Nur Aini**

NIM : 1608026018

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Puspita Nur Aini

NIM : 1608026018

Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 3 Oktober 2022

Pembuat Pernyataan,



Puspita Nur Aini

NIM : 1608026018



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
Telp.024-7601295 Fax.7615387

### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit

Penulis : Puspita Nur Aini

NIM : 1608026018

Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 21 November 2022

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/ Penguji

Sekretaris Sidang/ Penguji

Istikomah, M.Sc.

Hartono, M.Sc

NIP : 19901126201903200

NIP : 199009242019031006

Penguji Utama I,

Penguji Utama II,

Sheilla Rully Anggita, S.Pd.

Muhammad Ardi Khalif, M.Sc.

NIP : 19900505201903201

NIP : 198210092011021010

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Andi Fadlan, S.Si.M.Sc.

Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP : 198009152005011006

NIP : 197708232009121001

## NOTA DINAS

Semarang, 3 Oktober 2022

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang  
di Semarang

*Assalamu'alaikum.wr.wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang  
Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit

Nama : Puspita Nur Aini

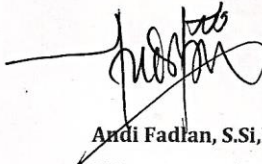
NIM : 1608026018

Program Studi : Fisika

Saya memandang bahawa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum.wr.wb*

Pembimbing I.



Andi Fadlan, S.Si, M.Sc

NIP : 19800915 200501 1 006

## NOTA DINAS

Semarang, 3 Oktober 2022

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang  
di Semarang

*Assalamu'alaikum.wr.wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang  
Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit  
Nama : Puspita Nur Aini  
NIM : 1608026018  
Program Studi : Fisika

Saya memandang bahawa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum.wr.wb*

Pembimbing II.



**Agus Sudarmanto, M.Si**

NIP : . 19770823 2009121 001

## ABSTRAK

Kabupaten Semarang menjadi salah satu kabupaten yang rawan pergerakan tanah. Oleh karena itu perlu adanya penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pola anomali gravitasi citra satelit di Kabupaten Semarang dan struktur bawah permukaan. Anomali gravitasi merupakan perbedaan antara nilai gravitasi observasi dengan nilai yang diprediksi oleh model. Metode yang digunakan adalah metode gravitasi dengan data anomali gravitasi citra satelit yang di koreksi medan dan koreksi bouguer sehingga diperoleh pada lintasan AB nilai anomali  $-9,5-2,4$  mGal dengan struktur bawah permukaan tersusun atas batuan pasir, lempung, breksi, basal, andesit dan lava. Lintasan CD nilai anomali  $-3,96-2,1$  mGal dengan struktur bawah permukaan tersusun atas batuan pasir, lempung, gamping, breksi, andesit, basal dan lava. Lintasan EF nilai anomali  $-0,9-0,6$  mGal dengan struktur bawah permukaan tersusun atas batuan pasir, lempung, gamping, breksi, andesit dan lava. Lintasan GH nilai anomali  $-0,3-2,4$  mGal dengan struktur bawah permukaan tersusun atas batuan pasir, lempung, gamping, breksi, basal, andesit dan lava. Lintasan IJ nilai anomali  $-5,9-3,5$  mGal dengan struktur bawah permukaan tersusun atas breksi, andesit, basal, dan lava

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayat-Nya sampai saat ini masih dirasakan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul **“Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Tersusunnya laporan ini berkat usaha dari penulis dan bantuan berbagai pihak baik berupa dukungan semangat. Pada kesempatan kali ini penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

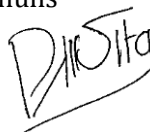
1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo.
3. Agus Sudarmanto, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika UIN Walisongo Semarang dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi .
4. M. Izzatul Faqih, M.Pd selaku Sekertaris Program Studi Fisika UIN Walisongo Semarang

5. M. Izzatul Faqih, M.Pd selaku Sekertaris Progam Studi Fisika UIN Walisongo Semarang.
6. Dr. Andi Fadlan, S.Si, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
7. Segenap dosen yang telah membimbing selama proses pembelajaran.
8. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan nasihat, doa, dan dukungan.
9. Teman-teman mahasiswa Fisika 2016 yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam proses penyelesaian skripsi.
10. Serta semua pihak yang telah membantu memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari akan segala keterbatasan dan kekurangan dari penyusunan skripsi ini baik dari segi tulisan maupun bahasa. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak penulis harapkan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan bagi semua pihak

Semarang, 31 Agustus 2022

Penulis



**Puspita Nur Aini**

NIM. 1608026018



## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian.....	ii
Nota Dinas.....	iv
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	7
C. Batasan Masalah.....	7
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Pustaka.....	9
B. Landasan Teori.....	14
1. Geografis Kabupaten Semarang.....	14
2. Geologi Kabupaten Semarang.....	16
3. Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Gravitasi.....	22

4. Koreksi Metode Gravitasi .....	25
5. Anomali Bouguer .....	37
6. Rapat Massa Batuan .....	39
7. TOPEX (Poseidon).....	41
BAB III METODE PENELITIAN .....	45
A. Jenis Penelitian .....	45
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	45
C. Variabel Penelitian.....	46
D. Instrumen Penelitian .....	47
E. Teknik Pengumpulan Data.....	48
F. Teknik Pengolahan Data .....	49
G. Teknik Interpretasi Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	52
BAB V PENUTUP.....	83
A. Kesimpulan.....	83
B. Saran .....	84
DAFTAR PUSTAKA .....	85
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	92

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2. 1	Rapat massa batuan	40

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1	Lokasi Penelitian	15
Gambar 2. 2	Geologi Kabupaten Semarang	16
Gambar 2. 3	Koreksi Apungan	26
Gambar 2. 4	Koreksi Pasang Surut	27
Gambar 2. 5	Stasiun yang berada dekat dengan gunung	33
Gambar 2. 6	Stasiun yang berada dekat dengan lembah	34
Gambar 2. 7	efek gravitasi dari silinder vertikal (a) Perhitungan gravitasi terhadap sumbu (b)Geometri irisan silinder	35
Gambar 2. 8	Koreksi Bouguer (a) Stasiun di dataran tinggi yang luas (b) Stasiun bawah tanah	37
Gambar 2. 9	Sistem Pengukuran TOPEX	41
Gambar 3. 1	Peta Geologi Kabupaten Semarang	46
Gambar 3. 2	Diagram alir penelitian	51
Gambar 4. 1	Titik data penelitian	53
Gambar 4. 2	Kontur topografi dan titik penelitian	53
Gambar 4. 3	Kontur anomali gravitasi daerah penelitian	54
Gambar 4. 4	Kontur hasil koreksi Anomali Bouguer Lengkap daerah penelitian	55
Gambar 4. 5	Kontur Anomali Lokal daerah penelitian	56

Gambar 4. 6	Overlay anomali lokal, lintasan dan peta geologi Kabupaten Semarang	57
Gambar 4. 7	Penampang AB, CD, EF, GH dan IJ pada kontur anomali lokal	58
Gambar 4. 8	Model penampang anomali lokal lintasan AB	62
Gambar 4. 9	Model penampang anomali lokal lintasan CD	66
Gambar 4. 10	Model penampang anomali lokal lintasan EF	70
Gambar 4. 11	Model penampang anomali lokal lintasan GH	75
Gambar 4. 12	Model penampang anomali lokal lintasan IJ	80

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Data Anomali Gravitasi di Kabupaten Semarang	92
Lampiran 2:	Pengolahan Data Menggunakan Surfer 10	116
Lampiran 3:	Kontinuasi ke atas menggunakan Magpick	119
Lampiran 4 :	Pemodelan Menggunakan Grav2DC For Windows	121
Lampiran 5:	Hasil Cek Turnitin	123
Lampiran 6:	Riwayat Hidup	126

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Secara geografis Kabupaten Semarang terletak pada  $110^{\circ}14'54,75''$  -  $110^{\circ}39'3''$  bujur timur dan  $7^{\circ}3'57''$  -  $7^{\circ}30'$  lintang selatan. Kabupaten Semarang memiliki struktur permukaan tanah yang beragam mulai dari dataran tinggi berupa gunung hingga sebuah rawa. Serta beberapa struktur geologi antara lain kekar, sesar dan lipatan. Selain itu, Kabupaten Semarang dikelilingi oleh tiga gunung yaitu gunung Ungaran, Telomoyo dan Merbabu (<https://main.semarangkab.go.id/>).

Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPNBD) Jateng, Sudaryanto menjelaskan pada jawa pos bahwa terdapat 24 Kabupaten atau kota yang terjadi bencana longsor atau gerakan tanah dan Kabupaten Semarang menjadi salah satunya (jawapos.com). Menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) menjelaskan fenomena tanah bergerak yang terjadi di Dusun Delik Kabupaten Semarang terjadi dikarenakan curah hujan tinggi yang berlangsung dalam waktu lama (lipi.go.id). Salah satu penyebabnya karena adanya potensi pergerakan tanah akibat ketidakstabilan tanah. Pergerakan tanah

menjadi bagian dari proses geologi yang disebabkan oleh hubungan beberapa kondisi diantaranya geomorfologi dan struktur geologi (Aimatul,2015).

Penelitian sebelumnya yang memberikan bukti bahwa Kabupaten Semarang rawan terjadi bencana alam berupa pergerakan tanah diantaranya penelitian Siti Zulaikhah (2020) berdasarkan sistem informasi geografis tahun 2019 menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Semarang dibagi menjadi 3 kelas kerawanan tanah longsor yaitu kerawanan tanah longsor rendah dengan luas wilayah 202.50 km<sup>2</sup>, kerawanan tanah longsor sedang dengan luas 586.08 km<sup>2</sup> dan kerawanan tanah longsor tinggi memiliki luas 217. 23 km<sup>2</sup> dan berdasarkan dampak yang diperoleh, Kecamatan Getasan dan Kecamatan Banyubiru menjadi wilayah tingkat kerawanan tinggi. Penelitian Dwi P Sasongko (2020) menjelaskan karakterisasi daerah rawan Gerakan tanah di Lapangan Pandanmurti Desa Candigaron, Kecamatan Sumowono, Kabupaten Semarang dengan metode Mikrotremor terkarakterisasi oleh lapisan tanah dengan frekuensi dominan 0.02-0.6 Hz. Penelitian Taufik Eka Ramadhan (2017) menjelaskan pemodelan potensi bencana tanah longsor menggunakan analisis SIG di Kabupaten Semarang terbagi menjadi tiga zonasi atau kelas potensi yaitu potensi tinggi tersebar di 14



Kecamatan, potensi sedang tersebar di 19 Kecamatan dan potensi rendah tersebar di 19 Kecamatan.

Kabupaten Semarang sendiri menjadi salah satu kota atau kabupaten penyangga ibu kota Jawa Tengah sehingga terus berkembang sarana dan prasarana yang ditunjukkan dengan berkembangnya tempat wisata. Menurut [seputarsemarang.com](http://seputarsemarang.com) di Kabupaten Semarang terdapat 18 objek wisata. Pembangunan sarana dan prasarana perlu mempertimbangkan banyak hal diantaranya kondisi fisik tanah dan bawah permukaan. Kekuatan tanah dipengaruhi oleh batuan dasar yang memberikan pondasi kuat untuk lapisan di atasnya serta menjaga kestabilan tanah selain itu jenis batuan juga dapat mempengaruhinya (Aimatul,2015).

Batuan dasar dapat mempengaruhi pondasi pada lapisan di atasnya dan mempertahankan konsistensi tanah yang dapat mempengaruhi kekuatan tanah. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui struktur bawah permukaan. Selain itu penelitian mengenai struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang masih mencakup wilayah kecil seperti wilayah kecamatan. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi geofisika di daerah tersebut. Struktur bawah permukaan dapat diketahui melalui metode geofisika.

Menentukan komposisi bawah permukaan dan struktur geologi dapat menggunakan metode geofisika salah satunya menggunakan metode gravitasi. Metode gravitasi adalah mengukur variasi medan gravitasi yang ditimbulkan karena adanya perbedaan rapat massa batuan yang berada dibawah permukaan bumi (Telford,1990). Selain itu variasi gravitasi disebabkan perbedaan jarak permukaan bumi sampai ke pusat bumi dan adanya perbedaan topografi di setiap titik di permukaan bumi (Setiawan,2019).

Metode gravitasi ini cukup baik dimanfaatkan dalam tahap eksplorasi awal untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan daerah tertentu berdasarkan nilai densitas batuan yang kemudian akan disurvei menggunakan metode geofisika. Pemilihan metode gravitasi disebabkan oleh perkembangan metode pengukuran data medan gravitasi dari satelit dengan data lokasi geografis titik ukur di permukaan bumi. Sehingga peneliti tidak perlu terjun ke lapangan untuk mengambil data. Anomali gravitasi citra satelit diturunkan dari metode gravitasi relatif, tetapi dalam anomali gravitasi citra satelit pada pengukuran data hanya perlu mengakses halaman situs yang telah disediakan. Pengukuran pada

gravitasi citra satelit menunjukkan akurasi yang efektif untuk menetapkan indikasi keberadaan struktur geologi.

Salah satu satelit yang menyediakan data gravitasi merupakan *Geodetic Satellite (GEOSAT)* dan *European Remote Sensing-1 (ERS-1) Satellite*. GEOSAT merupakan satelit observasi bumi pertama yang diluncurkan Badan Antariksa Eropa (*European Space Agency*). Data yang didapat dipergunakan untuk memetakan anomali medan gravitasi pada permukaan bumi (Fatwa, 2012). Alasan penggunaan data anomali gravitasi citra satelit ini karena bisa meliputi daerah yang luas.

Struktur bawah permukaan didasarkan pada hubungan anomali bouguer gravitasi. Dalam pengolahan data metode gravitasi akan muncul anomali-anomali yang digunakan untuk menafsirkan struktur geologi yang merupakan hasil dari adanya perbedaan densitas batuan. Anomali yang terdapat dalam metode ini sering dikenal dengan anomali bouguer. Anomali bouguer menjadi salah satu parameter yang penting pada metode gravitasi (Jarot, 2013). Dari data anomali gravitasi dilakukan koreksi medan dan koreksi bouguer sehingga diperoleh anomali bouguer lengkap yang digunakan untuk menentukan struktur bawah permukaan.

Penelitian sebelumnya memberikan bukti bahwa metode gravitasi dapat digunakan untuk identifikasi struktur bawah permukaan. Penelitian Puwaditya Nugraha (2016) dengan data anomali gravitasi citra satelit berhasil menduga struktur bawah permukaan di Kota Semarang menggunakan permodelan 2D pada perangkat lunak *Grav2dc*. Ardhana Reswara P.A dan Sebah (2014) dengan data anomali gravitasi citra satelit yang diperoleh menggambarkan struktur bawah permukaan di kawasan Gunungapi Slamet. Sedangkan Fatwa Aji Kurniawan dan Sebah (2012) berhasil memodelkan struktur geologi dengan memanfaatkan data anomali gravitasi citra satelit di Cekungan Bentarsari Brebes, penelitian ini menggunakan permodelan metode Talwani 2 ½ D yang diolah menggunakan software *Grav2dc* dan Winda Ramadani (2014) berhasil memperlihatkan struktur bawah permukaan di Desa Sumbermanjing Wetan dan Desa Druju, Malang Selatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul *Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Di Kabupaten Semarang Berdasarkan Anomali Gravitasi Citra Satelit*.

## **B. Perumusan Masalah**

1. Bagaimana pola anomali gravitasi citra satelit di Kabupaten Semarang?
2. Bagaimana struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang berdasarkan anomali gravitasi citra satelit?

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah, maka diperlukan pembatasan masalah dalam penelitian antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan metode gravitasi.
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berasal dari data satelit yang berupa data *longitude*, *latitude*, ketinggian dan koreksi udara bebas.
3. Daerah penelitian terletak di Kabupaten Semarang

## **D. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pola anomali gravitasi citra satelit di Kabupaten Semarang
2. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang berdasarkan anomali gravitasi citra satelit

## **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan informasi struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang kepada pemerintah dan masyarakat
2. Memberikan informasi kepada masyarakat setempat untuk pertimbangan lokasi sebuah pembangunan di Kabupaten Semarang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kajian Pustaka

Penelitian tentang struktur bawah permukaan menggunakan metode gravitasi sudah banyak dilakukan oleh peneliti. Adapun kajian pustaka ini terbagi menjadi dua, yaitu berdasarkan persamaan metode penelitian dan persamaan lokasi penelitian. Penelitian sebelumnya yang terkait dengan persamaan metode penelitian, yaitu:

1. Penelitian oleh Purwaditya (2016), menggunakan data anomali gravitasi yang didapatkan dari citra satelit pada situs [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) penelitian dilakukan di Kota Semarang. Diperoleh nilai kontras densitas, yaitu:  $2,9 \text{ gr/cm}^3$  ,  $2,8 \text{ gr/cm}^3$  ,  $0,7 \text{ gr/cm}^3$  , dan  $1 \text{ gr/cm}^3$ . Hasil interpretasi pemodelan 2D didapatkan lapisan batuan yaitu batu pasir dan batuan andesit.
2. Penelitian oleh Fatwa (2012), menggunakan data anomali gravitasi citra satelit yang diperoleh pada situs [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi), penelitian dilakukan di Cekungan Bentarsari, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah. Menurut hasil pemodelan pada tiga lintasan tersebut dapat

diketahui bahwa struktur geologi bawah permukaan tersusun atas lapisan batuan dengan ketebalan dan kedalaman yang berbeda-beda. Jumlah lapisan batuan bawah yang diperoleh dengan permodelan terdiri dari lima lapisan. Lapisan dengan densitas  $2,82 \text{ gr/cm}^3$  diinterpretasikan sebagai breksi yaitu batuan dasar atau basement yang berasal dari formasi Kumbang. Lapisan selanjutnya dengan densitas  $2,67 \text{ gr/cm}^3$  merupakan batuan andesit yang berasal dari formasi Kumbang. Lapisan selanjutnya terdapat batupasir dengan densitas  $2,32 \text{ gr/cm}^3$  dari formasi Tapak. Kemudian batuan dengan densitas  $2,25 \text{ gr/cm}^3$  merupakan batulempung yang berasal dari formasi Kalibiuk berada di atas lapisan batupasir. Sedangkan lapisan dengan densitas  $2,17 \text{ gr/cm}^3$  merupakan batu lempung pasiran dari formasi Kaliglagah merupakan lapisan paling atas.

3. Penelitian oleh Ardhana (2014), menggunakan data anomali gravitasi citra satelit yang dapat diperoleh pada situs [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) dimana penelitian dilakukan di Gunungapi Slamet, Jawa Tengah menunjukkan struktur geologi batuan terdiri dari lapisan pertama merupakan batuan andesit dengan nilai densitas  $2,54 \text{ gr/cm}^3$  , lapisan kedua



dengan nilai densitas  $2,67 \text{ gr/cm}^3$  merupakan batuan andesit basaltik, lapisan ketiga dengan nilai densitas  $2,90 \text{ gr/cm}^3$  merupakan batuan lava tua dan nilai densitas  $2,45 \text{ gr/cm}^3$  merupakan kantong magma andesit. Serta hasil interpretasi dari seluruh lapisan permodelan, lapisan reservoir panas bumi diasumsikan terdapat di ketebalan 4,5 km.

4. Penelitian oleh Dwi Intan Oktavia (2019) menggunakan data sekunder yang diperoleh dari satelit melalui situs [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi), penelitian dilakukan di daerah Bitung, Sulawesi Utara menunjukkan bahwa daerah anomali residual dengan rentang percepatan gravitasi 6.5 mGal dan -7.5 mGal yang ditandai dengan anomali rendah merupakan anomali daerah pegunungan, yang merupakan indikasi adanya panas bumi. Sedangkan daerah yang anomali tinggi diduga merupakan struktur penyusun daerah sekitar pegunungan.
5. Penelitian oleh Muhammad Kamal (2017) memanfaatkan data anomali medan gravitasi citra *Geodetic Satellite* (GeoSat) yang diperoleh dari situs [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi), penelitian dilakukan di Kabupaten Bener Meriah diperoleh hasil distribusi sesar atau patahan secara horizontal berada

pada nilai 1,025 mGal – 4,825 mGal. Distribusi sesar atau pataha di Kabupaten Bener Meriah dominan berarah barat-timur.

6. Penelitian oleh Rendra Rifaldi (2017) menggunakan data yang diperoleh berasal dari citra satelit topex. Dilakukan di Gunung Kelud Kabupaten Kediri diperoleh hasil berdasarkan analisa SVD slice 1,3,4,5 diindikasikan sebagai patahan naik, slice 2 diindikasikan patahan turun dan slice 6 diindikasikan sebagai patahan turun yang membentuk struktur horst-graben.

Adapun penelitian yang terkait dengan persamaan lokasi penelitian, yaitu:

1. Penelitian oleh Saiful (2014), menunjukkan bahwa di daerah Diawak Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang secara geologi terdapat 2 jenis lapisan yaitu alluvium dan lapisan *soil* (tanah) pada kedalaman antara 5,84 – 11,7 m, sedangkan pada daerah Derekan terdapat 2 jenis lapisan yaitu alluvium dan batuan lempung pada kedalaman 0,75 – 9,16 m.
2. Penelitian oleh A'imatul (2015), menunjukan bahwa pada desa Klepu Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang secara geologi terdapat 2 jenis lapisan batuan. Lapisan pertama yaitu batuan sedimen yang

berupa lempung tufan dan batu pasir-lanau sedangkan pada lapisan kedua merupakan batuan beku. Batas satuan batuan berada pada kedalaman 50 meter.

3. Penelitian oleh Elida (2014), menunjukkan bahwa di Gunung Telomoyo, Kabupaten Semarang secara geologi terdapat lapisan batuan di antaranya lapisan pertama merupakan topsoil, lapisan merupakan batupasir, lapisan ketiga merupakan batuan breksi, lapisan keempat merupakan batuanpasir-tuff, lapisan kelima merupakan breksi dan lava sedangkan lapisan terakhir merupakan batulempung.
4. Penelitian oleh Pertiwi dan Tony Yulianto (2014) menunjukkan bahwa batuan penyusun candi Ngempon, candi Dukuh dan Gedong Songo merupakan batuan andesit. Sampel batuan Dukuh dengan densitas  $2,66 \text{ gr/cm}^3$  dapat digolongkan dalam tingkat I yang berarti batuan ini kuat dan pada sampel yang lain baik dari candi Ngempon, Gedong Songo maupun dari Dukuh yang lain di dapat nilai densitas  $2,33 - 2,49 \text{ gr/cm}^3$  dapat digolongkan pada tingkat II atau dikatakan sampel tersebut cukup kuat.

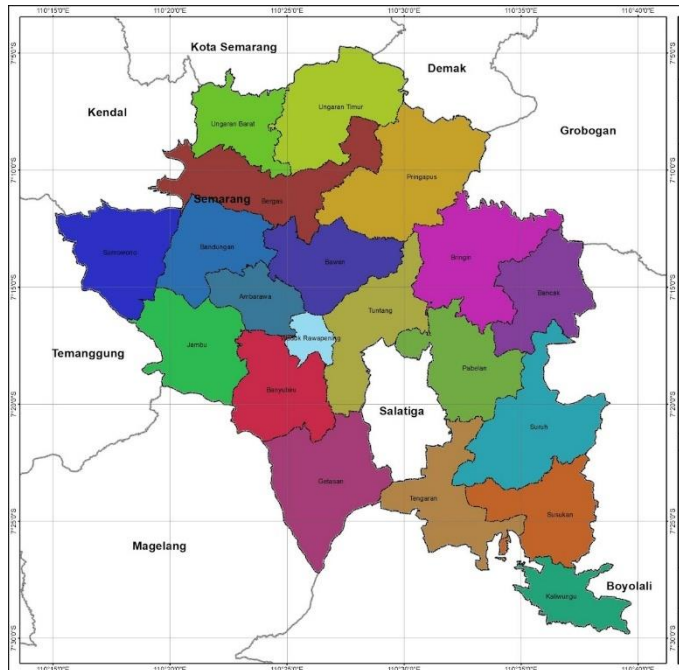
Dari berbagai penelitian yang telah ada, yang membedakan penelitian ini meliputi lokasi penelitian yang

lebih luas namun tetap mengambil beberapa sampel di beberapa daerah.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Geografis Kabupaten Semarang**

Kabupaten Semarang berada di koordinat  $110^{\circ} 14' 54,74'' - 110^{\circ} 39' 3''$  Bujur Timur dan  $7^{\circ} 3' 57'' - 7^{\circ} 30' 0''$  Lintang Selatan. Kabupaten Semarang memiliki wilayah dengan luas 95.020,674 Ha atau sekitar 2,92% dari luas Provinsi Jawa Tengah. Secara administratif Kabupaten Semarang mencakup 19 Kecamatan , 27 Kelurahan serta 208 desa. Kecamatan Pringapus dengan luas 78,35 km<sup>2</sup> merupakan wilayah terluas dan wilayah terkecil merupakan Kecamatan Ambarawa dengan luas 28,22 km<sup>2</sup>. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Semarang mempunyai batas wilayah sebelah utara adalah Kota Semarang, sebelah timur adalah Kabupaten Grobogan, Kabupaten Demak dan Kabupaten Boyolali, sebelah selatan adalah Kabupaten Boyolali serta sebelah barat adalah Kabupaten Kendal, Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Magelang (Subroto, 2018).



**Gambar 2. 1 Lokasi Penelitian**

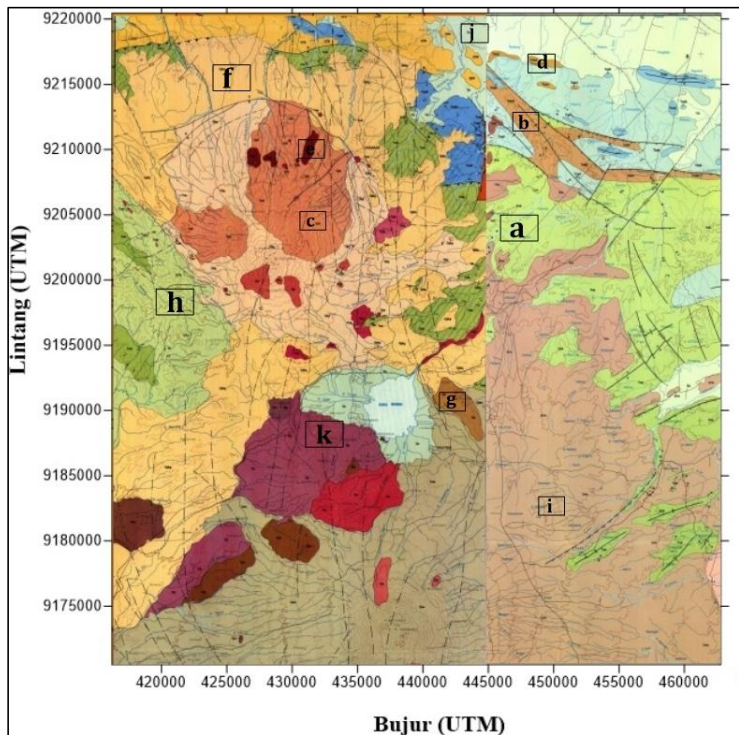
Letak geografis Kabupaten Semarang dipengaruhi oleh gunung, pegunungan dan sungai di antaranya:

1. Kecamatan Ungaran terdapat Gunung Ungaran, Pegunungan Sewakul, Pegunungan Kalong dan kali garang.
2. Kecamatan Getasan terdapat Gunung Telomoyo, Gunung Merbabu dan Rawa Pening
3. Kecamatan Pabelan terdapat pegunungan Pasokan, Kredo dan Tengis

4. Kecamatan Suruh terdapat Pegunungan Ngebleng
5. Kecamatan Tuntang terdapat Pegunungan Rong, Rawa Pening dan Kali Tuntang
6. Kecamatan Tengaran terdapat Pegunungan Sodong. (<https://main.semarangkab.go.id/>)

## 2. Geologi Kabupaten Semarang

Secara umum wilayah Kabupaten Semarang tersusun atas beberapa formasi (Subroto, 2018)



**Gambar 2. 2 Geologi Kabupaten Semarang**

a. Formasi Kerek (Tmk)

Lapisan bawah tersusun atas batulanau, batulempung, batupasir gampingan, batugamping pasiran, serta material vulkanik. Lapisan atas berupa napal yang mengandung batupasir tufan-gampingan, batulanau tufan, dan batupasir kerikil, serta kaya akan material vulkanik.

b. Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb)

Anggota Banyak Formasi Kalibeng terdiri dari perpaduan batupasir tufan, batulanau gampingan, batupasir dan batupasir kerikilan. Bagian bawah dari Batupasir banyak di identifikasikan pada perpaduan batupasir vulkanik serta batulempung karbonatan dengan berwarna abu-abu kekuningan. Bagian atas lapisan ini ditemukan batu pasir kerikilan dengan warna abu-abu kehitaman, ukuran pasir kasar kerikilan, bentuk butir membundar tanggung-menyudut.

c. Vulkanik Kaligesik (Qpk)

Batuan ini tersebar di beberapa daerah, diantaranya Bergas dan Kecamatan Ungaran Barat. Memiliki ciri batuan berwarna abu abu kehitaman, halus dengan komposisi tersusun atas felspar,

olivine dan augit yang merupakan batuan lava basalt.

d. Anggota Damar Formasi Kalibeng (Tmkd)

Anggota damar berasal dari Formasi Kalibeng. Tersusun atas konglomerat, batupasir kerikilan, dan batupasir gampingan.

e. Formasi Jongkong (Qpj)

Formasi Jongkong tersusun dari breksi andesit hornblende-augite. Nama lain dari faormasi ini adalah gunungapi Ungaran Lama.

f. Formasi Kaligetas (Qpkg)

Formasi ini tersusun atas breksi, lahar, endapan lava dan tuf halus hingga kasar, pada lapisan bawah terdapat batu lempung mengandung moluska dan batu pasir tufaan. Formasi ini menyebar di Kecamatan Jambu, Bawen, Bergas, Ambarawa dan Ungaran Timur.

g. Formasi Payung (Qp)

Formasi ini tersusun dari lahar, batulempung, breksi dan tufa. Formasi ini menyebar di Kecamatan Tuntang.



h. Formasi Penyatatan (Qtp)

Formasi ini tersusun atas batu pasir, breksi, tuf, batu lempung, dan aliran-aliran lava. Formasi ini memiliki ketebalan lebih dari 1000 meter.

i. Vulkanik Kwartar (Qvu Ungaran dan Qvm Merbabu)

Batuan ini tersebar di daerah Kabupaten Semarang dengan susunan batuan berupa breksi gunungapi, lava, tuf dan breksi lahar. Formasi ini terbentuk dari hasil proses pembekuan magma gunung api yang berumur Holosen. Berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi 2 yaitu dari gunung Ungaran (Qvu) dan Gunung Merbabu (Qvm)

j. Aluvial (Qa)

Berasal dari endapan aluvium pantai, sungai dan danau. Endapan pantai tersusun atas lempung, lanau, pasir dan campuran. Endapan sungai dan danau terdiri dari kerikil, kerakal, pasir dan lanau.

k. Vulkanik Gilipetung (Qg)

Batuan ini tersebar di Kecamatan Ambarawa dan barat Rawapning dengan bercirikan aliran lava yang merupakan batuan gunungapi.

Sedangkan Kabupaten Semarang terdiri dari beberapa struktur geologi, antara lain :

a. Kekar

Kekar ditemukan pada batuan breksi, batupasir dan batulempung, baik pada batuan yang berumur tersier hingga kuartar.

b. Sesar

Kabupaten Semarang memiliki beberapa sesar, antara lain :

1. Sesar Naik Banyumanik

Sesar ini membentang dari Jabungan hingga Pongangan, Kecamatan Banyumanik hingga Kecamatan Gunung Pati. Sesar ini membatasi Satuan Batupasir Banyak dan Satuan Batulempung Kalibiuk, memotong Satuan Breksi Ungaran Tua.

2. Sesar Mendatar Kali Garang

Sesar ini membentang di sepanjang Kali Garang. Sesar ini membentang dari utara mulai dari wilayah Gajahmungkur hingga Gunung Swakul di bagian selatan.

3. Sesar Turun Kreo

Sesar merupakan sesar mendatar yang hampir memotong struktur utama sumbu

lipatan. Menunjukkan adanya Sesar Kreo disajikan berupa gawir sesar, bidang sesar yang disertai kekar.

#### 4. Sesar-sesar Turun Ungaran Tua

Sesar segmen utara melintasi wilayah Plamongansari hingga Lamper Tengah. Sedangkan segmen selatan melintasi wilayah Pengaron hingga Karangayu.

#### 5. Sesar-sesar Turun Ungaran Muda

Sesar Turun Ungaran Muda tersusun atas tiga segmen patahan yang berbentuk setengah lingkaran. Segmen pertama berada di utara, membatasi Satuan Breksi Ungaran Muda dan Satuan Breksi Ungaran Tua. Sedangkan dua segmen lainnya yang berada di selatan hanya memotong Satuan Breksi Ungaran Muda.

### c. Lipatan

Lipatan pada wilayah Kabupaten Semarang berbentuk antiklin dan sinklin.

#### 1. Antiklin

Analisis peta geologi menunjukkan bahwa antiklin berada diantara batuan Satuan Batulempung Kalibiuk dan Satuan Breksi Ungaran Tua.

## 2. Sinklin

Tampilan peta geologi menampilkan tiga satuan batuan, dimulai dengan Satuan Batupasir Banyak yang paling tua, Satuan Batulempung Kalibiuk serta Satuan Breksi Vulkanik Ungaran Tua.

## 3. Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Gravitasi

Metode penyelidikan pada geofisika yang berdasarkan pada variasi medan gravitasi di permukaan bumi merupakan metode gravitasi. Metode ini mempelajari dampak variasi rapat massa batuan di bawah permukaan dan mengkaji perbedaan gravitasi dari satu stasiun ke stasiun lain (Sunaryo,1997). Perbedaan densitas batuan dari satu stasiun ke stasiun lain, menyebabkan medan gaya gravitasi yang beragam ini yang diukur di permukaan. Perbedaan medan gravitasi yang relatif kecil inilah yang menjadi alasan mengapa alat ukur yang digunakan cukup akurat. Alat ukur yang sering digunakan adalah Gravimeter.

Anomali gravitasi merupakan perbedaan antara gravitasi yang diamati dan nilai yang diprediksi oleh model. Pengamatan yang diamati adalah perbedaan

medan gravitasi antar titik pengamatan, karena perbedaan medan gravitasi dapat dipengaruhi oleh jenis kerapatan batuan di bawah permukaan. Permodelan gravitasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan bentuk sederhana untuk memudahkan interpretasi data (Dedi, 2009).

Sir Isaac Newton menjelaskan pada *Principia Mathematica* (1687) terdapat dua hukum dasar metode gravitasi yaitu Hukum Gravitasi Universal, dan Hukum Kedua Gerak. Gaya gravitasi dinyatakan dengan hukum Newton: gaya antara dua partikel bermassa  $m_1$  dan  $m_2$  berbanding lurus dengan hasil kali massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara pusat massa (Telford, 1990)

$$F = \gamma \left( \frac{m_1 m_2}{r^2} \right) r_1 \quad (2.1)$$

dengan :

- F = gaya yang diberikan pada  $m_2$
- $r_1$  = vektor satuan yang diarahkan dari  $m_2$  ke  $m_1$
- r = jarak antara  $m_1$  dan  $m_2$ ,
- $\gamma$  = konstanta gravitasi ( $6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ )

Percepatan  $m_2$  karena adanya  $m_1$  dapat diperoleh dengan membagi F dengan  $m_2$  dalam persamaan

$$g = \left(\frac{\gamma m_1}{r^2}\right)r_1 \quad (2.2)$$

Percepatan  $g$  sama dengan gaya gravitasi per satuan massa akibat  $m_1$ . jika  $m_1$  adalah massa bumi,  $M_e$ .  $g$  menjadi percepatan gravitasi dan diberikan oleh

$$g = \left(\frac{\gamma M_e}{R_e^2}\right)r_1 \quad (2.3)$$

dengan :

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ) atau Gal ( $cm/s^2$ )

$M_e$  = massa bumi (kg)

$R_e$  = jari-jari bumi

$\gamma$  = konstanta gravitasi ( $6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ )

Nilai rata-rata gravitasi di permukaan bumi adalah sekitar  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Variasi gravitasi disebabkan oleh variasi densitas di bawah permukaan berada di  $100 \text{ } \mu\text{m/s}^2$ . Satuan mikrometer per detik per detik disebut sebagai unit gravitasi (gu). Satuan gravitasi merupakan miligal ( $1 \text{ mgal} = 10^{-3} \text{ gal} = 10^{-3} \text{ cm/s}^2$ ), setara dengan 10 gu (Kearey,2002).

Gravitasi adalah salah satu ciptaan Allah SWT yang menentukan keseimbangan antara alam dan bahtera kehidupan di bumi. Jauh sebelum Issac Newton terinspirasi oleh gravitasi, segala sesuatu di alam memiliki gravitasi yang berbeda, serta teorinya dari

buah apelnnya, Al-Quran sudah berbicara mengenai materi gravitasi. Allah SWT menjelaskan pada Q.S Al-Hajj ayat 65 berikut :

بَحْرًا فِي تَجْرِي وَالْفُلْكَ الْأَرْضِ فِي مَا لَكُمْ سَخَّرَ اللَّهُ أَنْ تَرَّ الْمَ  
النَّاسِ بِإِذْنِهِ إِلَّا الْأَرْضِ عَلَى تَقَعُ أَنْ السَّمَاءَ وَيُمْسِكُ بِأَمْرِ  
رَحِيمٍ لَرَأَوْفٍ

*“Apakah kamu tiada melihat bahwasanya Allah menundukkan bagimu apa yang ada di bumi dan bahtera yang berlayar di lautan dengan perintah-Nya. Dan Dia menahan (benda-benda) langit jatuh ke bumi, melainkan dengan izin-Nya? Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada Manusia.” (Q.S Al-Hajj [22] : 65)*

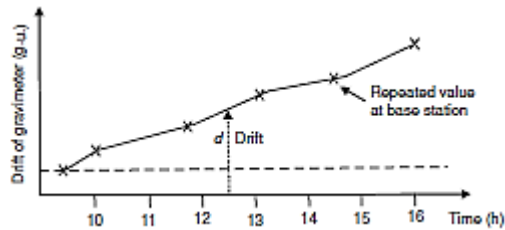
Fakta bahwa benda-benda ini tidak jatuh ke bumi membuktikan bahwa ada gaya yang menghubungkan seluruh benda langit dan mencegahnya bertabrakan satu sama lain, sebagaimana ditentukan oleh gravitasi.

#### 4. Koreksi Metode Gravitasi

##### a. Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Koreksi apungan merupakan koreksi data gravitasi akibat perbedaan pembacaan nilai gravitasi di waktu yang berbeda pada stasiun yang sama. Perbedaan disebabkan oleh guncangan

pegas dan perubahan temperatur pada alat gravimeter ketika berpindah dari satu stasiun ke stasiun berikutnya (Rahman, 2012)



**Gambar 2. 3 Koreksi Apungan**

Koreksi ini dilakukan menggunakan cara membuat lintasan tertutup pada titik pengukuran dengan menggunakan cara pengukuran ulang pada stasiun awal. Nilai koreksi apungan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$D_n = \frac{(g_b - g_a)}{(t_b - t_a)} (t_n - t_a) \quad (2.4)$$

Dengan :

$D_n$  = Koreksi apungan pada waktu pembacaan titik ikat

$g_a$  = Pembacaan gravimeter di titik awal

$g_b$  = Pembacaan gravimeter di titik akhir

$t_a$  = Waktu pembacaan dititik awal

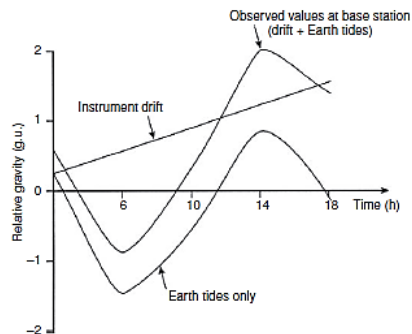
$t_b$  = Waktu pembacaan dititik akhir

$t_n$  = Waktu pembacaan dititik pengamatan



b. Koreksi Pasang Surut (*Tidal Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan dampak gravitasi pada benda luar bumi seperti bulan dan matahari yang berubah dengan garis lintang dan waktu (Bagus, 2016). Besarnya dampak pasang surut berkisar antara -0,10 hingga 0,15 mGal. Nilai maksimum diperoleh apabila posisi bumi, bulan dan matahari sejajar. Penurunan permukaan laut akan mempengaruhi pengukuran gravitasi di lokasi (Taufiquddin,2014).



**Gambar 2. 4 Koreksi Pasang Surut**

Perhitungan pasang surut dapat dilakukan dengan menghitung gaya tarik komponen vertikal dan komponen horizontal dari bulan dan matahari (Longman,1959).

$$g_m = \frac{\mu M r}{d^3} (3 \cos^2 \theta - 1) + \frac{3 \mu M r^2}{2 d^4} (5 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta)$$

$$g_s = \frac{\mu S r}{D^3} (3 \cos^2 \varphi - 1)$$

$$h_m = \frac{3 \mu M r}{2 d^3} \sin 2\theta + \frac{3 \mu M r^2}{2 d^4} (5 \cos^3 \theta - 1) \sin \theta$$

$$h_s = \frac{3 \mu S r}{2 D^3} \sin 2\varphi$$

$$g_0 = g_m + g_s \quad (2.5)$$

$$h_0 = h_m + h_s \quad (2.6)$$

Dimana :

$\theta$  = sudut zenith bulan

$\varphi$  = sudut zenith matahari

$M$  = massa bulan

$S$  = massa matahari

$d$  = jarak antara pusat bumi dan bulan

$D$  = jarak antara pusat bumi dan matahari

$\mu$  = konstanta gravitasi Newton

$r$  = jarak pengukuran dari pusat bumi

$g_m$  = gaya tarik komponen vertikal akibat pengaruh bulan

$g_s$  = gaya tarik komponen vertikal akibat pengaruh matahari

$h_m$  = gaya tarik komponen horizontal akibat pengaruh bulan

$h_s$  = gaya tarik komponen horizontal akibat pengaruh matahari

$g_0$  = gaya tarik (tidal) komponen vertikal total

$h_0$  = gaya tarik (tidal) komponen horizontal total

c. Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Koreksi lintang biasanya dilakukan dengan mengurangi teoritis gravitasi dihitung menggunakan Formula Gravitasi Internasional ( $g_\phi$ ) dari nilai yang diamati ( $g_{obs}$ ) untuk skala kecil survei yang mencakup rentang lintang total kurang dari satu derajat dan tidak terikat ke jaringan gravitasi absolut, lebih sederhana koreksi untuk garis lintang dapat dilakukan (Reynolds, 2011). Koreksi ini disebabkan oleh rotasi bumi, dimana bentuk bumi tidak sempurna yaitu datar di khatulistiwa. Nilai percepatan gravitasi di khatulistiwa tidak sama dengan di ekuator karena radiusnya yang lebih panjang, gravitasi di khatulistiwa lebih kecil daripada di kutub. Sehingga posisi lintang mempengaruhi nilai percepatan gravitasi di setiap titik.

Rumus Clairaut menghubungkan gravitasi dengan garis lintang pada referensi spheroid menurut persamaan bentuk (Kearey,2002)

$$g_{\phi} = g_0 (1 + k_1 \sin^2 \phi - k_2 \sin^2 2\phi) \quad (2.7)$$

$g_{\phi}$  adalah nilai prediksi gravitasi pada garis lintang  $\phi$ ,  $g_0$  adalah nilai gravitasi di ekuator dan  $k_1, k_2$  adalah konstanta tergantung pada bentuk dan kecepatan rotasi bumi. Persamaan (2.7) sebenarnya adalah perkiraan dari deret tak terhingga. Nilai  $g_0$ ,  $k_1$  dan  $k_2$  dalam arus menggunakan formula gravitasi Internasional 1967 ( $g_0 = 9780318$  gu,  $k_1 = 0,0053024$ ,  $k_2 = 0,0000059$  IAG 1971). Sebelum tahun 1967 konstanta yang kurang akurat digunakan dalam formula gravitasi Internasional (1930). Hasil yang disimpulkan menggunakan rumus sebelumnya harus dimodifikasi sebelum dimasukkan ke dalam data survei dikurangi menggunakan gravitasi formula 1967 dengan menggunakan relasi  $g_{\phi}(1967) - g_{\phi}(1930) = (136 \sin^2 \phi - 172) \text{gu}$ .

Alternatif, lebih akurat, representasi dari Formula Gravitasi 1967, di mana konstanta disesuaikan untuk meminimalkan kesalahan yang

dihasilkan dari pemotongan seri (Kearey,2002)

$$g_{\phi} = 9780318,5 (1 + 0,005278895 \sin^2 \phi + 0,000023462 \sin^4 \phi) \quad (2.8)$$

dengan :

$\phi$  = lintang

$g(\phi)$  = gravitasi normal

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

Dasar dari koreksi ini adalah membuat penyisihan untuk pengurangan dalam besaran gravitasi dengan ketinggian di atas geoid terlepas dari sifat batumannya di bawah. Koreksi udara bebas adalah perbedaan antara gravitasi yang diukur di permukaan laut dan pada ketinggian h meter tanpa batu di antaranya (Reynolds, 2011). Koreksi udara bebas berdasarkan pada fenomena bahwa gravitasi seluruh bumi dapat dianggap sama ketika massa terkonsentrasi di pusat. Perubahan ketinggian pada gravimeter berpengaruh pada jarak dari pusat bumi dengan nilai yang sama.

Apabila r adalah jarak dari permukaan sferoid ke pusat bumi, maka h menyatakan ketinggian pengukuran gravitasi di titik pengamatan menurut

bidang sferoid (Taufiquddin,2014). Dalam kasus gravitasi di bidang geoid atau gravitasi normal, percepatan gravitasi pada titik ini mengikuti deret Taylor (Blakely,1995).

$$g(r + h) = g(r) + h \frac{\partial}{\partial r} g(r) + \frac{h^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial r^2} g(r) + \dots \quad (2.9)$$

Dengan mengabaikan faktor yang berorde tinggi didapat:

$$g(r) = g(r + h) - h \frac{\partial}{\partial r} g(r) \quad (2.10)$$

Percepatan gravitasi di permukaan bumi apabila  $g(r) = -\gamma M/r^2$  maka koreksi udara bebas:

$$g(r) = g(r + h) - \frac{2g(r)}{r} h \quad (2.11)$$

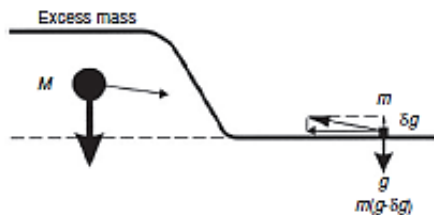
Istilah terakhir dari persamaan ini menjelaskan perbedaan elevasi antara  $g(r)$  dan  $g(r + h)$ . Ini dikenal sebagai koreksi udara bebas  $g_{fa}$  karena itu adalah satu-satunya penyesuaian elevasi yang diperlukan jika tidak ada massa antara titik pengamatan dan permukaan laut. Menggunakan nilai  $g$  dan  $r$  di permukaan laut menyediakan

$$g_{fa}(FAC) = -0,3086 \times 10^{-5} h \quad (2.12)$$

Dengan  $h$  adalah ketinggian di atas permukaan laut. Persamaan (2.11) sesuai dengan satuan SI ( $g_{fa}$ ) dalam  $\text{m}\cdot\text{sec}^{-2}$ , ( $h$ ) dalam m dan satuan CGS ( $g_{fa}$ ) dalam gal, ( $h$ ) dalam cm (Blakely,1995).

e. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Untuk menghilangkan pengaruh efek massa disekitar titik observasi diperlukan koreksi medan. Ukuran medan gravitasi dapat berkurang dengan yang sebenarnya karena adanya bukit dan lembah disekitar titik pengamatan (Fajar, 2019). Setiap stasiun pengukuran gravitasi mempunyai bentuk permukaan yang beragam sehingga membutuhkan koreksi medan. Ketika stasiun pengukur ada di dekat gunung, sehingga akan terdapat gaya ke atas yang menarik pegas pada gravitimeter yang akan mengurangi nilai pembacaan gravitasi.



**Gambar 2. 5 Stasiun yang berada dekat dengan gunung**

Disisi lain, apabila stasiun pengukur ada di dekat lembah, maka akan ada gaya ke bawah hilang dan pegas pada gravimeter tertarik ke atas. Ini akan mengurangi nilai pembacaan gravitasi.



**Gambar 2. 6 Stasiun yang berada dekat dengan lembah**

Efek gravitasi dari satu sektor dihitung dari rumus berikut (Telford,1990) :

$$\delta g_T(r, \theta) = \gamma \rho \theta \left\{ (r_o - r_i) + (r_i^2 + \Delta z^2)^{1/2} - (r_o^2 + \Delta z^2)^{1/2} \right\} \quad (2.13)$$

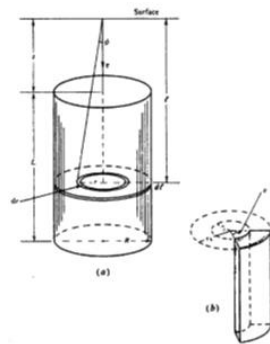
dimana  $\theta$  adalah sudut sektor (radian),  $\Delta z = |Z_s - Z_a|$ ,  $Z_s$  adalah ketinggian stasiun,  $Z_a$  adalah ketinggian rata rata di sektor tersebut, dan  $r_o$  dan  $r_i$  adalah jari jari sektor luar dan dalam.

f. Koreksi *Bouguer* (*Bouguer Correction*)

Koreksi *Bouguer* menghilangkan dari data efek peletakan batu antara titik yang diukur dan datum



referensi. Efek ini diabaikan selama koreksi udara bebas (Valenta, 2015).



**Gambar 2. 7 efek gravitasi dari silinder vertikal (a)  
Perhitungan gravitasi terhadap sumbu  
(b) Geometri irisan silinder**

Efek gravitasi pada sumbu silinder vertikal dapat dihitung. Pertama, temukan  $g$  pada sumbu untuk piringan dengan ketebalan  $dl$  gambar 2.7. Dimulai dengan cincin elementer dengan lebar  $dr$  yang massanya  $\delta m = 2\pi r \rho dr dl$ , sehingga efek gravitasinya adalah (Telford.1990)

$$\delta g = 2\pi\gamma\rho dl \sin \phi d\phi \quad (2.13)$$

Ada beberapa kasus signifikansi khusus:

1. Jika  $R \rightarrow \infty$ , kami memiliki lempengan horizontal tak terbatas  $g = 2\pi\gamma\rho L$
2. Koreksi medan dapat diperoleh dengan menggunakan sektor silinder seperti yang

ditunjukkan pada gambar 2.7. Memiliki  $\delta m = \rho (r\theta) dr dl$  sehingga  $\delta g = \gamma\rho\theta dl \sin\phi d\phi$  pada eliminasi  $r$ . mengintegrasikan dari  $\tan^{-1}(r_1/l)$  ke  $\tan^{-1}(r_2/l)$  dan dari  $l = 0$  ke  $L$  Hasilnya adalah :

$$\delta g_T = \gamma\rho\theta \left\{ (r_2 - r_1) + (r_1^2 + L^2)^{1/2} - (r_2^2 + L^2)^{1/2} \right\} \quad (2.14)$$

3. Ketika  $z=0$  , silinder keluar dan mendapatkan

$$g = 2\pi\gamma\rho \left\{ L + R - (L^2 + R^2)^{1/2} \right\} \quad (2.15)$$

4. Jika  $L \rightarrow \infty$  didapatkan

$$g = 2\pi\gamma\rho \left\{ (z^2 + R^2)^{1/2} - z \right\} \quad (2.16)$$

jika, selain  $z=0$  didapatkan  $g = 2\pi\gamma\rho R$  ,dimana

$$\gamma = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

Ketika  $L \gg z$ , dapat menggunakan persamaan (2.16) untuk mengubah sumbu gravitasi

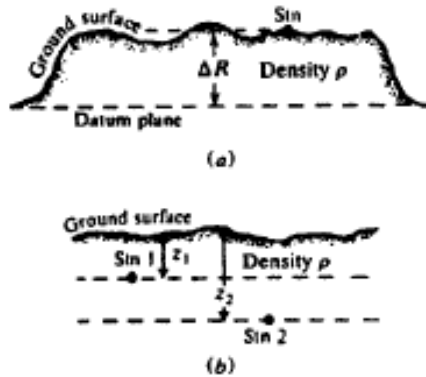
Koreksi bouguer digunakan untuk menghitung masa batuan antara stasiun pengukuran dengan permukaan laut (Reynolds,2011)

Koreksi bouguer ( $\sigma h$ ) =  $2\sigma h = \sigma h$  (g.u),  
dimana :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\sigma = 2\sigma = 0,4192 \text{ g.u. } \sigma^2 \text{ Mg}^{-1}$$

$$\delta g_B = 0,4192 \rho h \quad (2.17)$$



**Gambar 2. 8 Koreksi Bouguer (a) Stasiun di dataran tinggi yang luas (b) Stasiun bawah tanah**

Koreksi dilakukan dengan cara mengurangi atau menjumlahkan nilai gravitasi dengan nilai koreksi bouguer, bergantung dengan tanda positif atau negatif dari koreksi udara bebas. Tanda positif dan negatif dari koreksi bouguer berbanding terbalik dengan tanda positif dan negatif dari koreksi udara bebas (Rahman,2012).

## 5. Anomali Bouguer

Anomali *Bouguer* pada metode gravitasi (dinamai oleh Pierre Bouguer) disebabkan oleh anomali benda dekat dan jauh dari permukaan bumi. Anomali *Bouguer*

adalah perbedaan antara nilai anomali gravitasi pengamatan dengan gravitasi teoritis (Reynolds, 2011). Anomali *Bouguer* bisa bernilai positif atau negatif. Nilai anomali positif menunjukkan perbedaan densitas yang tinggi dalam lapisan bawah permukaan. Sedangkan anomali negatif menunjukkan perbedaan densitas yang kecil (Reynolds, 2011).

Anomali *bouguer* yang telah terkoreksi udara bebas, koreksi *bouguer* dan koreksi medan disebut Anomali *Bouguer* Lengkap (ABL). Sedangkan anomali *bouguer* yang diperoleh tanpa mencantumkan koreksi medan pada perhitungan disebut Anomali *Bouguer* Sederhana (ABS) (Blakely, 1995).

1. Anomali *Bouguer* Sederhana (ABS)

$$ABS = g_{obs} - g(\phi) + FAC - BC$$

$$ABS = g_{obs} - g(\phi) + 0,3086h - 0,0419\rho h \quad (2.18)$$

2. Anomali *Bouguer* Lengkap (ABL)

$$ABL = g_{obs} - g(\phi) + FAC - BC + TC \quad (2.19)$$

$$ABL = g_{obs} - g(\phi) + 0,3086h - 0,0419\rho h + TC$$

dengan :

$g_{obs}$  = harga gravitasi observasi

$g(\phi)$  = koreksi lintang

$FAC$  = koreksi udara bebas

$BC$  = koreksi bouguer

$TC$  = koreksi medan

## 6. Rapat Massa Batuan

Rapat massa ( $\rho$ ) merupakan perbandingan massa terhadap volume suatu benda.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.20)$$

dengan :

$\rho$  = rapat massa ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$m$  = massa benda (kg)

$v$  = volume ( $\text{m}^3$ )

Sebuah benda dengan massa jenis yang besar memiliki volume yang lebih kecil daripada benda dengan massa yang sama yang memiliki massa jenis yang lebih kecil.

Menentukan nilai percepatan gravitasi diperlukan besaran utama yaitu rapat massa batuan. Variasi rapat massa pada batuan sedimen ditimbulkan oleh tekanan gaya tektonik. Densitas batuan ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain rapat massa butir pembentuknya, porositas, kandungan fluida yang

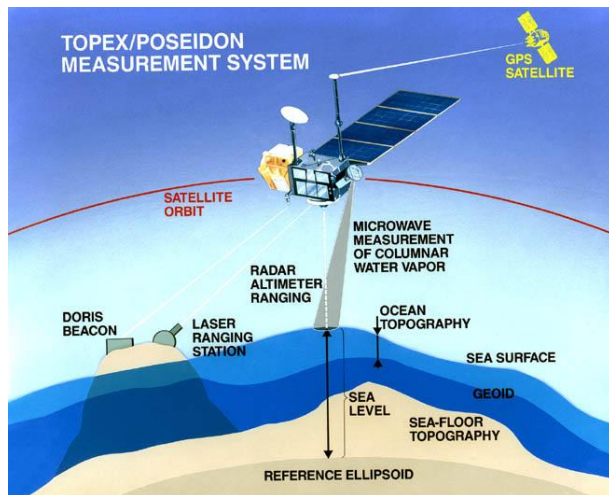
mengisi pori-pori, serta tekanan dan pelapukan yang diterima batuan tersebut (Kirbani, 2001).

**Tabel 2. 1 Rapat massa batuan**

Rock type	Range (g/cm <sup>3</sup> )	Average (g/cm <sup>3</sup> )	Mineral	Range (g/cm <sup>3</sup> )	Average (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Sediments (wet)</b>			<b>Metallic minerals</b>		
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
<b>Sedimentary rocks (av.)</b>		2.50	Magnetite	4.9 – 5.2	5.12
<b>Igneous rocks</b>			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
Cranodiorite	2.67 – 2.79	2.73	Wolframite	7.1 – 7.5	7.32
Porphyry	2.60 – 2.89	2.74	<b>Sulfides, arsenides</b>		
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
Cabbro	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
<b>Metamorphic rocks</b>			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	Bismuththinite	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	<b>Non-metallic minerals</b>		
Amphibolite	2.90 – 3.04	2.96	Petroleum	0.6 – 0.9	—
Ecolite	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
			Cypsum	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
			Biotite	2.7 – 3.2	2.92
			Magnesite	2.9 – 3.12	3.03
			Fluorite	3.01 – 3.25	3.14
			Barite	4.3 – 4.7	4.47

## 7. TOPEX (Poseidon)

Satelit altimetri Topex atau Poseidon merupakan sebuah satelit Kerjasama antara NASA, badan antarika AS dan CNES yang diluncurkan pada tanggal 10 Agustus 1992 bertujuan untuk memetakan topografi permukaan laut (<https://id.wikipedia.org/>).



**Gambar 2. 9 Sistem Pengukuran TOPEX**

Prinsip dasar dari satelit altimetri adalah mengukur jarak dari sensor satelit ke permukaan air laut pada suatu bidang referensi tertentu. Sistem satelit altimeter terdiri atas tiga komponen utama yaitu *positioning system*, radar altimeter dan radiometer. Positioning system digunakan untuk menentukan posisi satelit yang tepat di bidang orbit. Radar altimeter

digunakan untuk mengamati ketinggian satelit di atas permukaan laut dengan memanfaatkan informasi waktu tempuh dan gelombang elektromagnetik sedangkan radiometer digunakan untuk mengukur kondisi atmosfer (Eko,2019).

Satelit altimetri saat ini berhasil mememntakan medan gravitasi di laut dengan lebih detail. Defleksi partikel dan ketinggian geoid dapat diubah menjadi anomali gravitasi dengan beberapa perumusan. Ada empat persamaan yang digunakan untuk merumuskan anomali gravitasi udara bebas, berikut persamaan yang digunakan (Small dan Sandwell, 1992).

Persamaan Brun dapat diperoleh sebagai berikut

1. Ketinggian geoid :

$$N(x) = \frac{1}{g} \phi(x, 0) \quad (2.22)$$

2. Anomali Gravitasi :

$$\Delta g(x) = -\frac{\partial \phi}{\partial z}(x, 0) \quad (2.23)$$

3. Defleksi vertical, komponen timur :

$$\eta(x) = -\frac{\partial N}{\partial x} = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (2.24)$$

4. Defleksi vertical, komponen utara :

$$\xi(x) = -\frac{\partial N}{\partial y} = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad (2.25)$$

Kuantitas ini terhubung satu sama lain melalui persamaan Laplace:



$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \quad (2.26)$$

Substitusikan persamaan (2.23), (2.24) dan (2.25) ke dalam persamaan (2.26) diperoleh persamaan :

$$-g \left[ \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \right] - \frac{\partial \Delta g}{\partial z} = 0 \quad (2.27)$$

Persamaan (2.23) masih dalam bentuk persamaan diferensial sehingga perlu disederhanakan menggunakan transformasi Fourier. Transformasi Fourier maju dan inversi didefinisikan sebagai

$$F(k) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \exp[-2i\pi(k \cdot x)] d^2x \quad (2.28)$$

Persamaan transformasi Fourier (2.24)

$$-i2\pi g [k_x \eta(k) + k_y \xi(k)] - \frac{\partial \Delta g(k, z)}{\partial z} = 0 \quad (2.29)$$

$i$  adalah  $\sqrt{-1}$

Selanjutnya persamaan (2.29) dikombinasikan dengan persamaan gravitasi di ketinggian  $z$

$$\Delta g(k, z) = \Delta g(k, 0) \exp[-2\pi|k|z] \quad (2.30)$$

Dengan  $|k| = (k_x^2 + k_y^2)^{1/2}$

Persamaan (2.30) kemudian diturunkan terhadap  $z$  dan kemudian hasil perhitungan dievaluasi pada  $z=0$  sehingga diperoleh persamaan yang menghubungkan antara transformasi Fourier dari anomali gravitasi dan penjumlahan dari Transformasi Fourier 2 komponen defleksi vertikal berikut

$$\Delta g(k, 0) = \frac{ig}{|k|} [k_x \eta(k) + k_y \xi(k)] \quad (2.31)$$

Untuk menghitung anomali gravitasi dari profil geoid height jaringan satelit altimeter, dibentuk grid seragam dari geoid height. Grid tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan komponen defleksi vertikal utara dan timur. Namun terdapat masalah dengan resolusi. Resolusi profil untuk 1 track satelit lebih baik daripada resolusi antar track satelit. Untuk mengatasinya digunakan pendekatan satu dimensi (1D). Pendekatan pertama adalah pada sumbu x dari sistem koordinat lokal pada arah satellite ground track. Kemudian diasumsikan bahwa kurvatur geoid pada arah cross-track bernilai nol. Asumsi ini menghilangkan turunan y pada persamaan (2.26) dan (2.27) dan  $k_y$  pada persamaan (2.30) dan (2.31) menghasilkan

$$\Delta g(k_x) = ig \frac{k_x}{|k_x|} \eta(k) \quad (2.32)$$

Persamaan (2.28) menjadi dasar penentuan medan gravitasi di sebuah permukaan referensi. Bidang referensi tersebut berada pada ketinggian satelit.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis Penelitian**

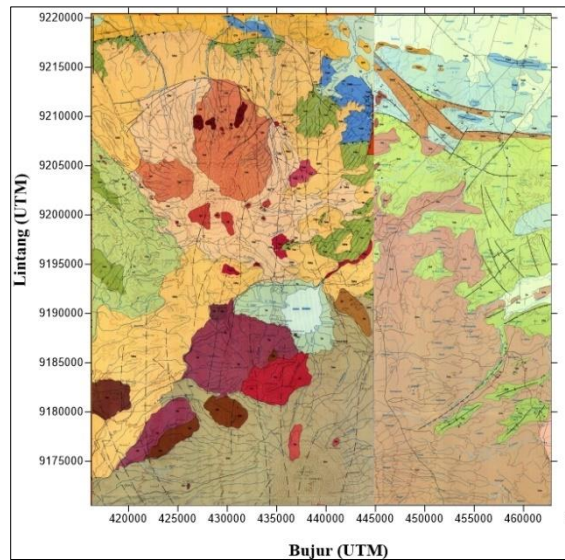
Penelitian ini memanfaatkan pendekatan penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah survei yang berfokus pada analisis atau interpretasi data kuantitatif (dalam bentuk angka). Metode yang digunakan adalah metode gravitasi yang bersala dari data satelit.

### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Kabupaten Semarang. Lokasinya berada pada  $110^{\circ} 14' 54,74''$  -  $110^{\circ} 39' 3''$  BT dan  $7^{\circ} 3' 57''$  -  $7^{\circ} 30' 0''$  LS.

Jenis batuan di Kabupaten Semarang yang digunakan sebagai referensi penelitian diperoleh dari peta geologi lembar Magelang-Semarang dan peta geologi lembar Salatiga.



**Gambar 3. 1** Peta Geologi Kabupaten Semarang

## 2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada 13 September 2020 – 30 Agustus 2022 .

## C. Variabel Penelitian

### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini yaitu titik lokasi penelitian, nilai elevasi ( $h$ ) serta nilai koreksi udara bebas ( $g_{fa}$ ).

## 2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai koreksi bouguer.

### **D. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Google Earth digunakan untuk mengetahui lokasi penelitian
2. Microsoft Excel 2016 digunakan untuk mengolah data
3. QGIS 3.14 digunakan untuk membuat desain peta penelitian
4. Perangkat lunak Surfer 10 digunakan untuk menentukan nilai koordinat UTM dan kontur dari data yang telah diperoleh
5. Perangkat lunak *Global Mapper* digunakan untuk menentukan plot wilayah lokal dan regional
6. Perangkat lunak Oasis Montaj 8.3 digunakan untuk koreksi medan dan koreksi anomali bouguer
7. Perangkat lunak Magpick digunakan untuk menerapkan metode kontinuitas ke atas (*upward continuation*)
8. Perangkat lunak Grav2DC *for windows* digunakan untuk memodelkan data gravitasi

9. Microsoft Word 2016 digunakan untuk menyusun laporan

#### **E. Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang berasal dari data satelit yang berputar setiap waktu. Data anomali gravitasi citra satelit dapat diperoleh melalui situs: [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) yang ditampilkan pada *The Scripps Institution of Oceanography University of California San Diego USA*. Data anomali gravitasi dan data elevasi yang didapatkan disusun secara teratur pada format ASCII-XYZ sesuai dengan batas-batas lokasi geografis yang dimasukkan. Resolusi spasial titik lintang dan bujur sejumlah 1 menit tiap grid. Kecermatan data anomali gravitasi sejumlah 0,1 mGal dan data elevasi sejumlah 1 meter (Fatwa, 2012). Data yang diperoleh berupa posisi lintang, bujur, elevasi dan koreksi udara bebas. Data yang diperoleh dari data satelit pada daerah Kabupaten Semarang sebanyak 728 data. Adapun data yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran 1.

## F. Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh sudah terkoreksi udara bebas sehingga pengolahan data diawali pada koreksi yang mencakup koreksi medan (*terrain*) dan koreksi *Bouguer*. Peralatan yang diperlukan berupa laptop dengan software *Microsoft excel* yang digunakan pada pengolahan data. *Surfer 10* digunakan untuk menentukan koordinat UTM, menentukan nilai koreksi medan dan koreksi *Bouguer*. Adapun tahap pengolahan data sebagai berikut :

Pengolahan data yang pertama adalah menentukan koordinat UTM. Data yang digunakan adalah data koordinat *longitude* dan data *latitude*. Data tersebut diubah menjadi UTM X dan UTM Y menggunakan software *Surfer 10* dengan mengatur sistem koordinat sumber pada pilihan *Word Geodetic System 1984* dan mengatur sistem koordinat target pada UTM. Zona UTM ditentukan berdasarkan daerah penelitian. Kabupaten Semarang berada pada 49S. Sehingga sistem koordinat target diatur pada *Indonesia UTM Zone 49S*. UTM X merupakan nilai easting dan UTM Y merupakan nilai northing.

Menentukan plot wilayah lokal dan regional menggunakan *Global Mapper*. Data yang digunakan adalah data SRTM yang diperoleh dari situs <https://dwtkns.com/srtm/> (SRTM Tile Grabber). Daerah

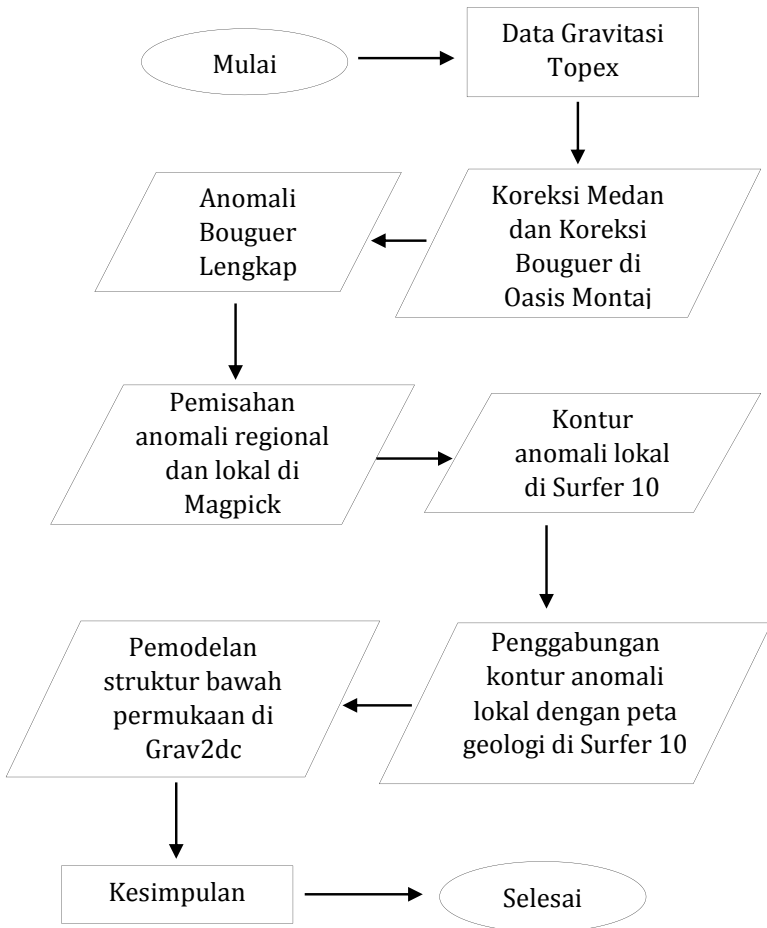
penelitian kabupaten Semarang berada di SRTM 58\_14 dan SRTM 59\_14. Setelah data diproses maka diperoleh plot wilayah lokal dan wilayah regional. Tahap selanjutnya adalah koreksi medan dan koreksi Bouguer. Koreksi ini menggunakan software *Microsoft excel* dan *Oasis Montaj*

8.3 Data yang digunakan adalah data *easting, northing, latitude, longitude* dan elevasi. Untuk menghilangkan efek massa batuan di kerak bumi yang berada di bidang sferoid menggunakan titik pengukuran diperlukan koreksi medan.

#### **G. Teknik Interpretasi Data**

Interpretasi data dikerjakan secara kualitatif serta kuantitatif. Interpretasi kuantitatif dikerjakan melalui analisis dan mengiris anomali *Bouguer* lokal yang diperoleh dari memisahkan anomali regional dan anomali lokal. Interpretasi kuantitatif dikerjakan melalui analisis penampang pola anomali sepanjang lintasan. Interpretasi kualitatif adalah bentuk interpretasi anomali yang dikerjakan dengan membaca pola anomali yang terkait tatanan geologi daerah penelitian sehingga diperoleh gambaran struktur bawah permukaan.



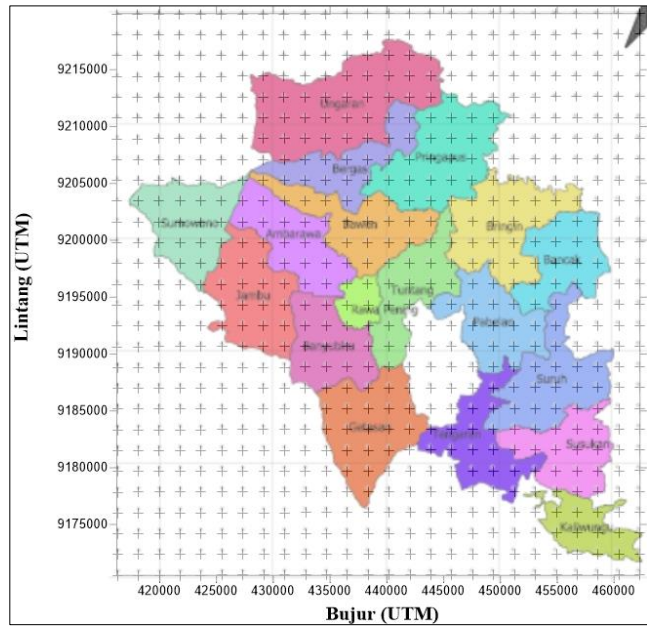


**Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian**

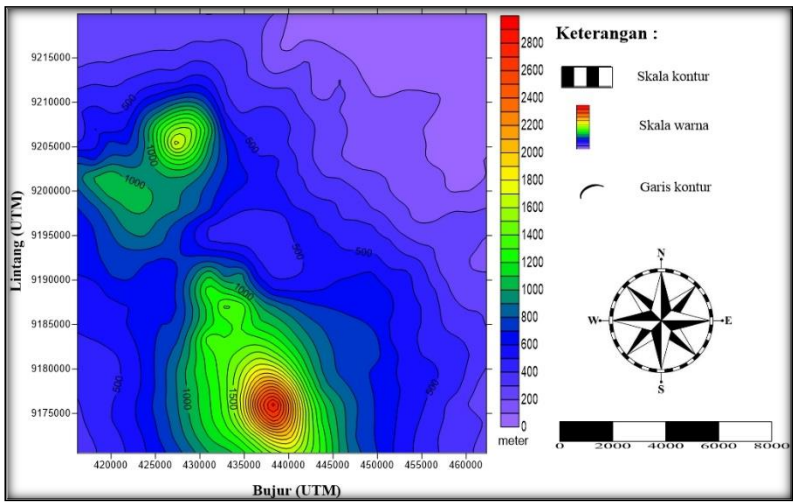
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari data satelit. Data anomali gravitasi citra satelit diperoleh pada situs: [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) yang ditampilkan pada *The Scripps Institution of Oceanography University of California* San Diego USA. Data yang diperoleh untuk pengolahan data sebanyak 728 data berupa data nilai longitude, nilai latitude, nilai ketinggian dan nilai anomali gravitasi. Adapun data dari satelit ini dapat dilihat pada lampiran 1.

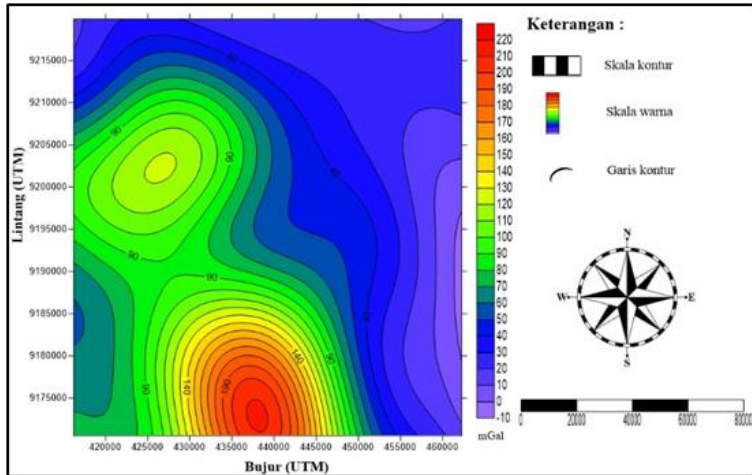
Data yang didapatkan dari *topex* kemudian dibuat kontur ketinggian dan anomali gravitasi. Kontur ketinggian dapat dilihat pada gambar 4.2. Nilai kontur ketinggian beragam dari yang rendah, sedang dan tinggi. Nilai ketinggian daerah penelitian ini berada di antara 9 sampai 2855 meter. Nilai ketinggian rendah ditandai dengan warna ungu berada pada bagian utara penelitian. Sedangkan nilai topografi tinggi berwarna merah merupakan daratan yang lebih tinggi. Adapun nilai anomali gravitasi berkisar -3,8 sampai 212,2 mGal berasal dari data *topex*. Kontur anomali gravitasi dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 1 Titik data penelitian



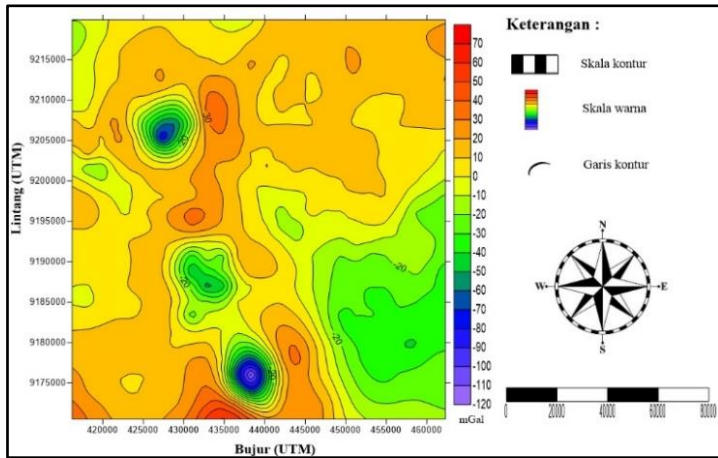
Gambar 4. 2 Kontur topografi penelitian



**Gambar 4. 3 Kontur anomali gravitasi daerah penelitian**

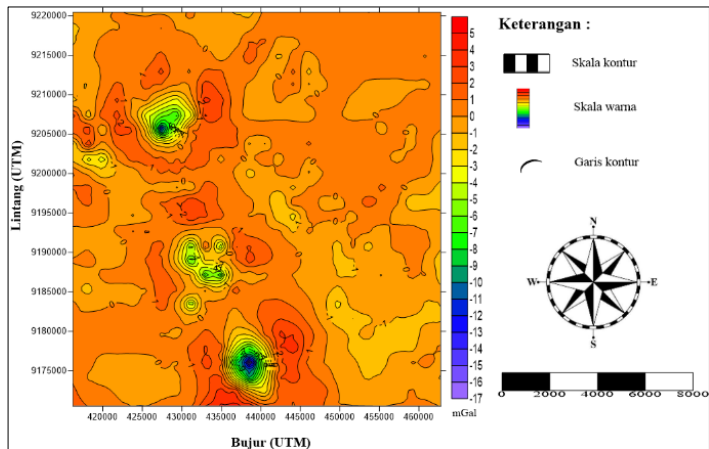
Data penelitian selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak *Oasis Montaj 8.3* untuk melakukan koreksi medan (*terrain*) yang bertujuan untuk menghilangkan efek massa disekitar titik pengukuran karena disetiap titik pengukuran gravitasi mempunyai bentuk permukaan yang beragam.

Koreksi *bouguer* bertujuan menghilangkan data efek peletakan batu antara titik yang diukur dan datum referensi, sehingga diperoleh nilai anomali *bouguer* lengkap. Adapun kontur anomali *bouguer* lengkap dapat dilihat pada gambar 4.4



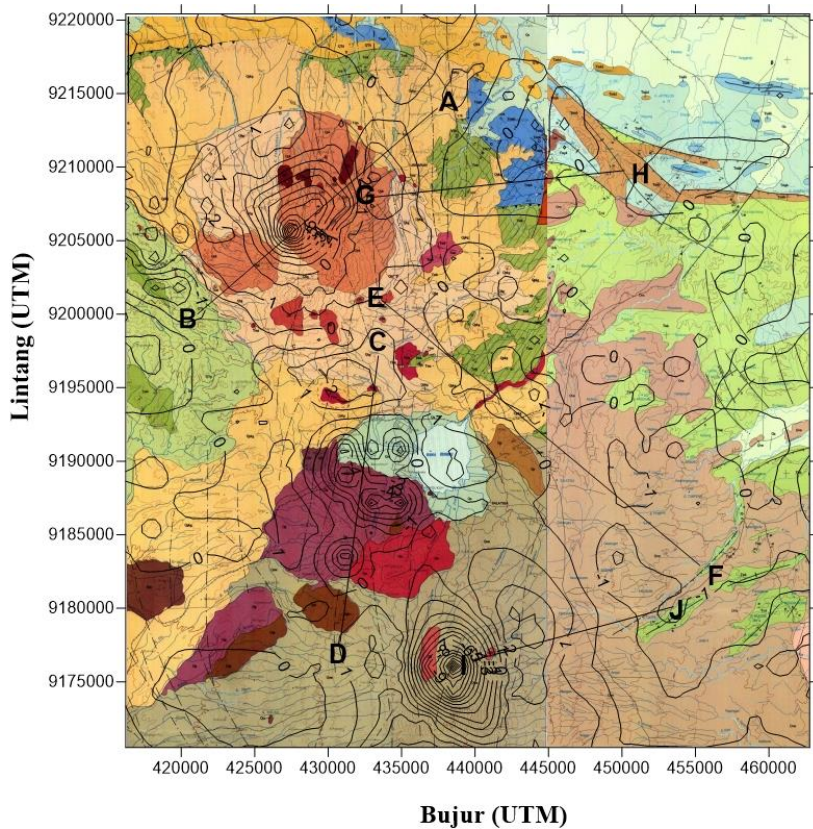
**Gambar 4. 4 Kontur hasil koreksi Anomali Bouguer Lengkap daerah penelitian**

Nilai yang didapatkan dari anomali bouguer lengkap berkisar -120 mGal sampai 70 mGal. Data yang dihasilkan anomali *bouguer* lengkap berupa data campuran dari data anomali regional dan anomali lokal sehingga dilakukan pemisahan kedua anomali. Penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak *Magpick* untuk melakukan kontinuasi ke atas, pemisahan dilakukan berdasarkan ketinggian secara bertahap pada kontur lokal maupun regional. Hasil dari kontinuasi ke atas diperoleh anomali lokal yang kemudian dibuat kontur kembali di perangkat lunak *Surfer 10*. Kontur anomali lokal diperoleh pada gambar 4.5



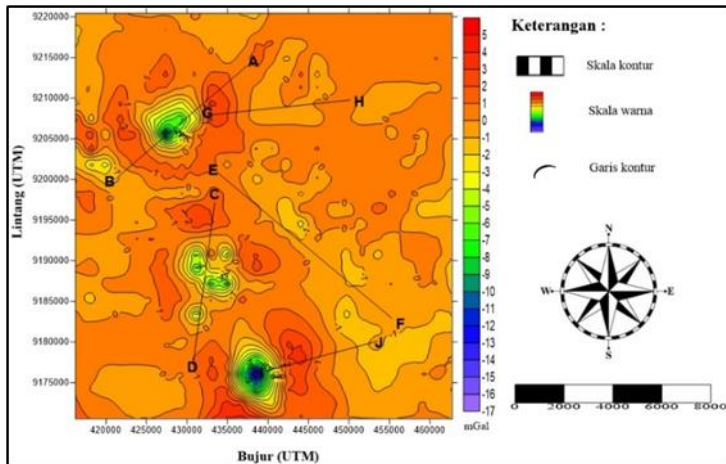
**Gambar 4. 5 Kontur Anomali Lokal daerah penelitian**

Nilai yang didapatkan dari anomali lokal berkisar -17 mGal sampai 5 mGal. Data anomali lokal yang didapatkan perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk mendapatkan informasi geologi dari daerah penelitian yang diperoleh dari referensi peta geologi lembar Magelang-Semarang (Thanden,1996) dan peta geologi lembar Salatiga (Sukardi,1992) yang kemudian diperoleh peta geologi Kabupaten Semarang. Kemudian membuat lintasan pada kontur untuk pemodelan struktur bawah permukaan. Overlay dari kontur anomali lokal dan peta geologi Kabupaten Semarang dapat dilihat pada gambar 4.6



**Gambar 4. 6 Overlay anomali lokal, lintasan dan peta geologi Kabupaten Semarang**

Peneliti membuat lima lintasan penampang anomali yang terdiri dari penampang AB, CD, EF, GH dan IJ sehingga diperoleh juga lima model penampang anomali untuk melihat persebaran secara lebih luas. Adapun lintasan dan model penampang terdapat pada gambar 4.7



**Gambar 4. 7 Penampang AB, CD, EF, GH dan IJ pada kontur anomali lokal**

### **A. Pola anomali gravitasi citra satelit di Kabupaten Semarang**

Anomali merupakan perbedaan nilai gravitasi observasi dengan nilai gravitasi yang diprediksikan oleh permodelan. Nilai anomali gravitasi citra satelit -3,8 mGal hingga 212,2 mGal yang diperoleh kemudian di koreksi medan dan koreksi bouguer sehingga memperoleh anomali bouguer yang telah melalui proses pemisahan anomali lokal dengan nilai -17 mGal hingga 5 mGal, maka diperoleh nilai anomali pada setiap lintasan sebagai berikut:

1. Nilai anomali bouguer pada lintasan AB diperoleh nilai berkisar -9,5 mGal hingga 2,4 mGal



2. Nilai anomali bouguer pada lintasan CD diperoleh nilai berkisar -3,96 mGal hingga 2,1 mGal
3. Nilai anomali bouguer pada lintasan EF diperoleh nilai berkisar -0,9 mGal hingga 0,6 mGal
4. Nilai anomali bouguer pada lintasan GH diperoleh nilai berkisar -0,3 mGal hingga 2,4 mGal
5. Nilai anomali bouguer pada lintasan IJ diperoleh nilai berkisar -5,9 mGal hingga 3,5 mGal

Nilai anomali bouguer lengkap yang telah melalui proses pemisahan anomali lokal pada setiap lintasan kemudian dibuat pemodelan struktur bawah permukaan yang berasal dari referensi peta geologi.

## **B. Struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang berdasarkan anomali gravitasi citra satelit**

Eksplorasi geofisika dalam metode gravitasi menggunakan besaran rapat massa sebagai sasaran utama dalam penelitian. Maka perlu diketahui nilai rapat massa batuan rata-rata yang mewakili pada daerah penelitian dengan menghubungkan peta tatanan geologi daerah penelitian. Nilai rapat massa batuan yang diperoleh dari hasil pemodelan dijadikan acuan untuk pendugaan struktur bawah permukaan sehingga sebelum itu perlu

mengetahui jenis batuan di sekitar daerah penelitian dengan melihat tatanan geologi setempat dan menjadikan referensi atau sumber dalam menentukan nilai rapat masa pada proses pemodelan.

Pemodelan struktur bawah permukaan menggunakan perangkat lunak *Grav2dc* dengan metode *trial and error* untuk menguji pendekatan geologi dari struktur bawah permukaan dan mendapatkan nilai *error* yang kecil yang ditunjukkan pada bagian kiri bawah pada pemodelan. Pemodelan ini terdapat ambiguitas karena beragam model yang dapat dihasilkan, oleh karena itu diperlukan data pendukung berupa peta geologi daerah penelitian dan penelitian sebelumnya pada daerah penelitian.

Pemodelan struktur bawah permukaan pada *Grav2dc* terdapat sumbu vertikal bagian atas menyatakan nilai anomali, sumbu vertikal bagian bawah menyatakan nilai kedalaman batuan. Sumbu horizontal menyatakan nilai jarak atau panjang lintasan (Valenta, 2015). Nilai negatif pada nilai anomali menunjukkan perbedaan densitas yang kecil dan biasanya diperoleh di darat sedangkan nilai positif pada nilai anomali menunjukkan perbedaan densitas yang tinggi. Garis putus-putus pada kurva pemodelan merupakan nilai anomali yang diamati sedangkan garis kontinu merupakan nilai anomali yang

dihitung berdasarkan respon dari model lapisan yang telah dibuat (Valenta, 2015).

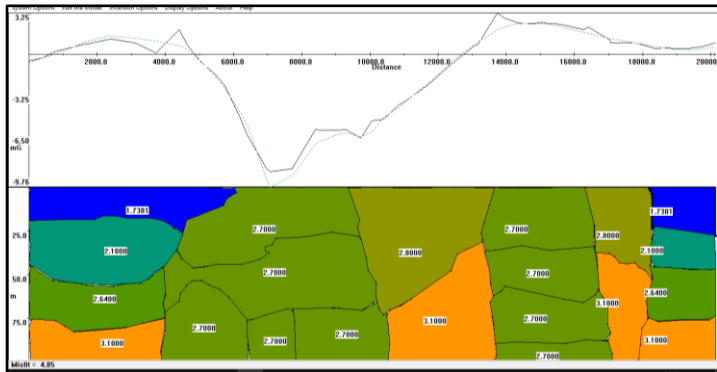
Adapun pemodelan struktur bawah permukaan di Kabupaten Semarang pada setiap lintasan akan dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Pemodelan struktur bawah permukaan di lintasan AB

Lintasan AB pada kontur anomali lokal dihubungkan dengan peta geologi Kabupaten Semarang sebagai referensi pemodelan struktur bawah permukaan diketahui terdapat jenis jenis batuan sebagai berikut:

1. Formasi Kaligetas (Qpkg) yang tersusun atas breksi, aliran lava, batuan pasir, dan batu lempung
2. Batuan Gunungapi Kaligesik (Qpk) tersusun atas basal
3. Batuan Gunungapi Gajah Mungkur (Qhg) tersusun atas aliran lava dan andesit
4. Formasi Penyatan (Qtp) tersusun atas batupasir, breksi, batu lempung dan aliran lava







Dari referensi peta geologi dibuat pemodelan penampang lintasan AB pada *Grav2dc* Adapun pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.8



**Gambar 4. 8 Model penampang anomali lokal lintasan**

**AB**

Model penampang lintasan AB terdapat enam formasi batuan. Pada lintasan 0-6000 m merupakan formasi Qpkg tesusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru tua ■■■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■■■ dengan kedalaman antara 20-55 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,64 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■■■ dengan kedalaman antara 50-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava

diperlihatkan oleh warna kuning  dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 3500-10500 m merupakan formasi Qpk dengan nilai densitas  $2,7 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna hijau  dengan kedalaman antara 0-100 m. Pada lintasan 9000-14000 m merupakan formasi Qhg tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,8 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau  dengan kedalaman antara 0-75 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning  dengan kedalaman antara 30- 100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 13000-17000 m merupakan formasi Qpk dengan nilai densitas  $2,7 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna hijau  dengan kedalaman antara 0-100 m. Pada lintasan 16000-18000 m merupakan formasi Qhg tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,8 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau  dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,1$

$gr/cm^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 40- 100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 18000-20000 m merupakan formasi Qtp tersusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas 1,7381  $gr/cm^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas 2,1  $gr/cm^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 20-45 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas 2,64  $gr/cm^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 45-75 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas 3,1  $gr/cm^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Dari hasil permodelan lintasan AB dengan kedalaman 100 meter diperoleh panjang lintasan 20.000 meter, nilai anomali berkisar 1,03 hingga -9,76 mGal dan nilai error sebesar 4,85 %

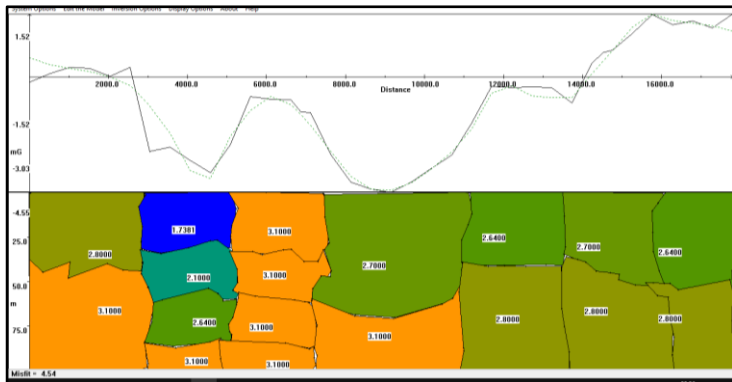
2. Pemodelan struktur bawah permukaan di lintasan CD

Lintasan CD pada kontur anomali lokal dihubungkan dengan peta geologi Kabupaten Semarang sebagai referensi pemodelan struktur bawah permukaan diketahui terdapat jenis jenis batuan sebagai berikut:

1. Batuan Gunungapi Gajah Mungkur (Qhg) tersusun atas andesit dan aliran lava
2. Formasi Kaligetas (Qpkg) tersusun atas breksi, aliran lava, batuan pasir, dan batu lempung
3. Batuan Gunungapi Gilipetung (Qg) tersusun atas aliran lava
4. Batuan Gunungapi Merbabu (Qme) tersusun atas basal dan andesit
5. Batuan Gunungapi Andong dan Kendil (Qak) breksi dan andesit

Lintasan CD mencakup wilayah Banyubiru dan Ambarawa, penelitian yang pernah melakukan di daerah tersebut adalah penelitian Pertiwi (2014) yang didapatkan batuan penyusun candi Ngempon, candi Dukuh dan candi Gedung Songo merupakan jenis batuan andesit.

Dari referensi peta geologi dan penelitian sebelumnya maka dibuat pemodelan penampang lintasan CD pada *Grav2dc* Adapun pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.9



**Gambar 4. 9 Model penampang anomali lokal lintasan CD**

Model penampang lintasan CD terdapat tujuh formasi batuan. Pada lintasan 0-3000 m merupakan formasi Qhg tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,8 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 30-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 2500-5500 m merupakan formasi Qpkg tesusun atas empat



jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru ■ dengan kedalaman antara 0-30 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru mudah ■ dengan kedalaman antara 25-60 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 80-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 5000-7500 m merupakan formasi Qhg dengan nilai densitas  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 0-100 m. Pada lintasan 7000-11500 m tersusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,7 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-70 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■

dengan kedalaman antara 60-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 11500-13500 m merupakan formasi Qak tersusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-35 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 35-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 13500-16000 m merupakan formasi Qme tersusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,700 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 25-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 16000-18000 m merupakan formasi Qak tersusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-45 m merupakan lapisan

pertama. Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 40-100 m merupakan lapisan kedua. Dari hasil permodelan lintasan CD dengan kedalaman 100 meter diperoleh panjang lintasan 18.000 meter, nilai anomali berkisar 1,52 hingga -4,55 mGal dan nilai error sebesar 4,54%

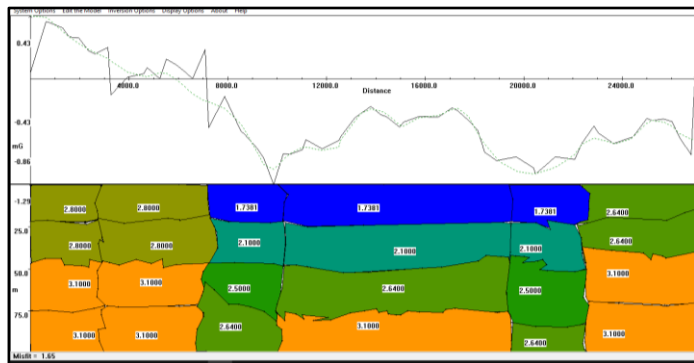
3. Pemodelan struktur bawah permukaan di lintasan EF

Lintasan EF pada kontur anomali lokal dihubungkan dengan peta geologi Kabupaten Semarang sebagai referensi pemodelan struktur bawah permukaan diketahui terdapat jenis jenis batuan sebagai berikut:

1. Lava Gunung Sumbing (Qls) tersusun atas aliran lava dan andesit
2. Batuan Gunungapi Gajah Mungkur (Qhg) aliran lava dan andesit
3. Formasi Kerek (Tmk) perselingan batulempung, nepal, batupasir, tufan, konglomerat dan breksi vulkanik
4. Formasi Kaligetas (Qpkg) yang tersusun atas breksi, vulkanik, aliran lava, tuf, batuan pasir , tufan dan batu lempung

5. Batuan Gunungapi tak terpisahkan (Qvm) breksi gunungapi, lava tuf dan breksi

Dari referensi peta geologi dibuat pemodelan penampang lintasan EF pada *Grav2dc* Adapun pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.10



**Gambar 4. 10 Model penampang anomali lokal lintasan EF**

Model penampang lintasan EF terdapat enam formasi batuan. Pada lintasan 0-3000 m merupakan formasi Qls tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 40-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 3000-

8000 m merupakan formasi Qhg tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 40-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 7000-11000 m merupakan formasi Tmk tesusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 20-45 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan gamping diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 45-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 60-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan

11000-19500 m merupakan formasi Qpkg tersusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 20-50 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 40-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 70-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 19500-23000 m merupakan formasi Tmk tersusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru ■ dengan kedalaman antara 0-30 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 20-50 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$

diperkirakan sebagai batuan gamping diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 40-85 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 85-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 22000-27000 m merupakan formasi Qvm tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan brkesi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-45 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 40-100 m merupakan lapisan kedua. Dari hasil permodelan lintasan EF dengan kedalaman 100 meter diperoleh panjang lintasan 27.000 meter, nilai anomali berkisar 0,43 hingga -1,29 mGal dan nilai error sebesar 1,65 %

4. Pemodelan struktur bawah permukaan di lintasan GH  
Lintasan GH pada kontur anomali lokal dihubungkan dengan peta geologi Kabupaten Semarang sebagai referensi pemodelan struktur bawah permukaan diketahui terdapat jenis jenis batuan sebagai berikut:

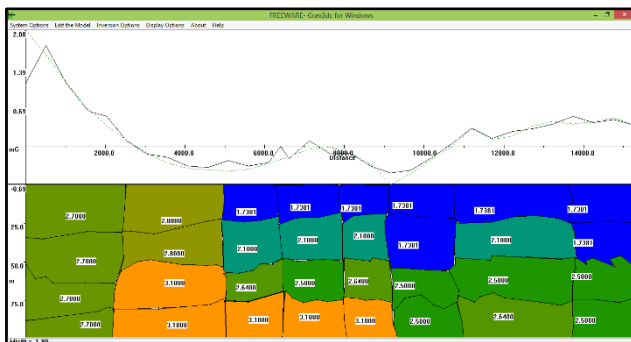
1. Batuan Gunungapi Kaligesik (Qpk) aliran basal
2. Formasi Kerek (Tmk) perselingan batulempung, nepal, batupasir, tufan, konglomerat dan breksi vulkanik
3. Formasi Kalibeng (Tmpk) Napal pejal dibagian atas, napal bersisipan batupasir tufan dan batu gamping dibagian bawah
4. Formasi Kaligetas (Qpkg) yang tersusun atas breksi, vulkanik, aliran lava, tuf, batuan pasir , tufan dan batu lempung
5. Batuan Gunungapi Gajah Mungkur (Qhg) tersusun atas andesit dan aliran lava
6. Anggota banyak formasi Kalibeng (Tmkb) perselingan batupasir tufan, batu lanau, gampingan, batu pasir dan batupasir kerikilan

Lintasan GH mencangkup wilayah Kecamatan Ungaran, Kecamatan Bergas dan Kecamatan Pringapus. Penelitian yang pernah melakukan didaerah tersebut adalah penelitian Saiful (2014) menunjukkan bahwa didaerah Diawak Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang secara geologi terdapat 2 jenis lapisan yaitu alluvium dan lapisan *soil* (tanah) dan A'imatul (2015) menunjukan bahwa pada desa



Klepu Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang secara geologi terdapat 2 jenis lapisan batuan. Lapisan pertama yaitu batuan sedimen yang berupa lempung tufan dan batu pasir-lanau sedangkan pada lapisan kedua merupakan batuan beku.

Dari referensi peta geologi dan penelitian sebelumnya maka dibuat pemodelan penampang lintasan GH pada *Grav2dc* Adapun pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.11



**Gambar 4. 11 Model penampang anomali lokal lintasan GH**

Model penampang lintasan GH terdapat delapan formasi batuan. Pada lintasan 0-2000 m merupakan formasi Qpk nilai densitas  $2,700 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-100 m. Pada lintasan 2000-5000 m merupakan formasi Qhg

tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 50-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 5000-6000 m merupakan formasi Qpkg tesusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 25-60 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-75 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 6000-8000 m merupakan formasi Tmk tesusun atas empat

jenis batuan dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 25-60 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan gamping diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 8000-9000 m merupakan formasi Qpkg tesusun atas empat jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir diperlihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 25-60 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan breksi

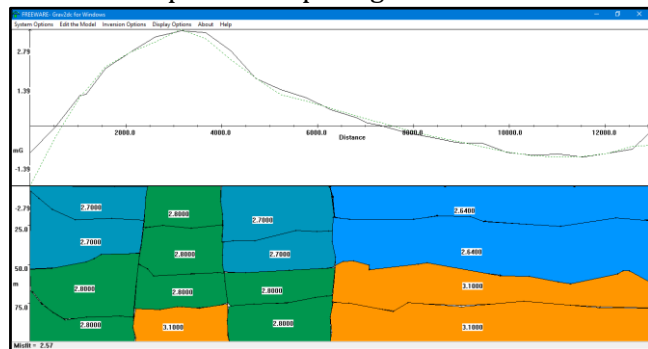
dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-75 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava dipelihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 9000-11000 m merupakan formasi Tmpk tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir dipelihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-60 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan gamping dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 25-60 m merupakan lapisan kedua. . Pada lintasan 11000-13000 m merupakan formasi Tmk tesusun atas empat jenis batuan dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir dipelihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-25 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan lempung dipelihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 25-50 m merupakan lapisan kedua. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan gamping

dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-80 m merupakan lapisan ketiga. Nilai densitas  $2,640 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai breksi dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan keempat. Pada lintasan 13000-14000 m merupakan formasi Tmkb tesusun atas empat jenis batuan dengan nilai densitas  $1,7381 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan pasir dipelihatkan oleh warna biru tua ■ dengan kedalaman antara 0-45 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,500 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan gamping dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-100 m merupakan lapisan kedua. Dari hasil permodelan lintasan IJ dengan kedalaman 100 meter diperoleh panjang lintasan 14.000 meter, nilai anomali berkisar 2,08 hingga -0,69 mGal dan nilai error sebesar 1,90 %

5. Permodelan struktur bawah permukaan di lintasan IJ  
Lintasan IJ pada kontur anomali lokal dihubungkan dengan peta geologi Kabupaten Semarang sebagai referensi permodelan struktur bawah permukaan diketahui terdapat jenis jenis batuan sebagai berikut:

1. Batuan Gunungapi Merbabu (Qme) terdiri dari basal dan andesit
2. Lava Gunung Sumbing (Qls) aliran lava dan andesit
3. Batuan Gunungapi tak terpisahkan Gunung Merbabu (Qvm) tersusun atas lava, dan breksi

Dari referensi peta geologi dibuat pemodelan penampang lintasan IJ pada *Grav2dc* Adapun pemodelan dapat dilihat pada gambar 4.12



**Gambar 4. 12 Model penampang anomali lokal lintasan IJ**

Model penampang lintasan IJ terdapat empat formasi batuan. Pada lintasan 0-2500 m merupakan formasi Qme tersusun atas dua jenis batuan yaitu dengan Nilai densitas  $2,700 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna biru

■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 40-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 2500-4000 m merupakan formasi Qls tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit diperlihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 0-75 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 75-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 4000-6500 m merupakan formasi Qme tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,700 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan basal diperlihatkan oleh warna biru ■ dengan kedalaman antara 0-50 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $2,800 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai batuan andesit dipelihatkan oleh warna hijau ■ dengan kedalaman antara 50-100 m merupakan lapisan kedua. Pada lintasan 6500-13000 m merupakan formasi Qym tesusun atas dua jenis batuan yaitu dengan nilai densitas  $2,6400 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan

sebagai batuan breksi diperlihatkan oleh warna biru muda ■ dengan kedalaman antara 0-60 m merupakan lapisan pertama. Nilai densitas  $3,100 \text{ gr/cm}^3$  diperkirakan sebagai lava diperlihatkan oleh warna kuning ■ dengan kedalaman antara 50-100 m merupakan lapisan kedua. Dari hasil permodelan lintasan IJ dengan kedalaman 100 meter diperoleh panjang lintasan 13.000 meter, nilai anomali berkisar 2,79 hingga -2,79 mGal dan nilai error sebesar 2,57%



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola kontur anomali bouguer yang berasal dari data anomali gravitasi cira satelit di Kabupaten Semarang diperoleh nilai pada setiap lintasan sebagai berikut:
  - a. Lintasan AB diperoleh nilai berkisar -9,5 mGal hingga 2,4 mGal
  - b. Lintasan CD diperoleh nilai berkisar -3,96 mGal hingga 2,1 mGal
  - c. Lintasan EF diperoleh nilai berkisar -0,9 mGal hingga 0,6 mGal
  - d. Lintasan GH diperoleh nilai berkisar -0,3 mGal hingga 2,4 mGal
  - e. Lintasan IJ diperoleh nilai berkisar -5,9 mGal hingga 3,50 mGal
  
2. Berdasarkan pemodelan didapatkan struktur bawah permukaan pada setiap lintasan sebagai berikut.
  - a. Lintasan AB tersusun atas batuan pasir, lempung, breksi, basal, andesit dan lava

- b. Lintasan CD tersusun atas batuan pasir, lempung, breksi, andesit, basal dan lava
- c. Lintasan EF tersusun atas batuan pasir, lempung, gamping, breksi, andesit dan lava
- d. Lintasan GH tersusun atas batuan pasir, lempung, gamping, breksi, basal, andesit dan lava
- e. Lintasan IJ tersusun atas breksi, andesit, basal dan lava

## **B. Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dari bidang geofisika, bidang geologi dan memperbanyak permodelan lintasan daerah penelitian untuk melihat persebaran secara lebih detail dan mendapatkan informasi lebih rinci.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Antara. 2021. *27 Kabupaten di Jateng Rawan Bencana Pergerakan Tanah, Berikut Daftarnya*. Diunduh di <https://jateng.inews.id/> tanggal 4 Maret 2021
- Blakely Richard J. 1995. *Potential Theory In Gravity And Magnetic Applications*. USA. Cambridge University Press
- Handoko Eko Yuli. 2021. *Tugas Aplikasi Geodesi Satelit "Resume Tentang Satelit Altimetri SARAL/Altika, Cryosat-2 dan Sentinel-3"*. Tesis. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Hamzah Mukhotob, Muniroh B. tanpa tahun. *Konsep Gaya Tarik (Gravitasi) dalam Perspektif Al-Quran dan Sains (Kajian Surat Al-Hajj Ayat 65)*. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains*. 100-132
- Hardiansyah Bagus. 2016. *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi TG-11 Dengan Menggunakan Gaya Berat*. Skripsi. Bandar Lampung. Fakultas Teknik Universitas Lampung
- Inaiyah A'imatul. 2015. *Aplikasi Metode Magnetik Untuk Identifikasi Kontak Satuan Batuan Di Desa Klepu Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang*. Skripsi.

Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Universitas Negeri Semarang.

Isnaini Rizkiyah. 2019. Analisis Bencana Tanah Longsor di  
Wilayah Jawa Tengah. *Islamic Management and  
Empowerment Journal*. 1(2) : 143-160

Jarot Purnomo, Sorja Koesuma. 2013. Pemisahan Anomali  
Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan  
Metode *Moving Average, Polynomial* dan *Inversion*.  
*Indonesian Journal of Applied Physics*. 3:(1). 10-20

Karnawati. D. 2007. *Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat  
Gempabumi; Tinjauan Dan Analisis Geologi Teknik*.  
Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil – Universitas Gadjah  
Mada

Kearey Philip, Michael Brooks. 2002. *An Intoruction to  
Geophysical Exploration Third Edition*. USA. Backwell  
Science

Kirbani,SB.DR. 2001. *Teori dan Aplikasi Metode Gravitasi*.  
Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada

Kurniawan Fatwa Aji dan Sehad. 2012. Pemanfaatan Data  
Anomali Gravitasi Citra GEOSAT dan ERS-1 Satellite  
untuk Memodelkan Struktur Geologi Cekungan

- Bentarsari Brebes. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 2: (2). 184-195.
- I.M Longman. 1959. Formulas for Computing the Tidal Accelations Due to the Moon and the Sun. *Journal of Geophysical Research*. 64(12) : 2351-2355
- Muhammad Kamal, Marwan. 2017. Interpretasi Distribusi Struktur Geologi Berdasarkan Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit Di Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumian*. 1:(1). 9-12
- Nugraha Purwaditya, Supriyadi, Ian Yulianti. 2016. Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Kota Semarang Berdasarkan Data Anomali Gravitasi Citra Satelit. *Unnes Physics Journal*. 5: (2). 37-41.
- Oktavia Dwi Intan, Zulfian. 2019. Anomali Gravitasi Daerah Manifestasi Panas Bumi Bitung Berdasarkan Data Satelit GeoSat dan ERS-1. *Prima Fisika*.5:(2). 51-54
- Penyusun Tim. 2016. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Semarang
- Pertiwi dan Tony Yulianto. 2014. Identifikasi Jenis Batuan Candi Dukuh, Candi Ngempon dan Candi Gedong Songo Menggunakan Sonic Viewer SX 5251. *Youngster Physics Journal*. 3:(2). 147-158

- Putriutami Elida Septiana, Udi Harmoko dan Sugeng Widada. 2014. Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan Di Area Panas Bumi Gunung Telomoyo, Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Geolistrik *Resistivity* Konfigurasi *Schlumberger*. *Youngster Physics Journal*. 3(2): 97-106
- Rahmanto Dedi. 2009. Permodelan Anomali Gravitasi Dengan Pendekatan Benda Berbentuk Silinder. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*. 17 (3): 162-169.
- Ramadhan Taufik Eka, Andri Suprayogi dan Arief L. 2017. Pemodelan potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis SIG di Kabupaten Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*. 6(1) : 118-127
- Reswara Arhana P.A dan Sehad. 2014. Pendugaan Lapisan Reservoir Panas Bumi Dikawasan Gunungapi Slamet dengan Memanfaatkan Data Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit. *Berkala Fisika*. 17: (2). 45-54.
- Reynolds John M. 2011. *An Introduction To Applied And Environmental Geophysics 2<sup>nd</sup> Edition*. UK. Wiley Backwell
- Rifaldi Rendra. 2017. Pendugaan Arah Aliran Hidrotermal Dengan Metode Gravitasi Menggunakan Data Citra Satelit di Kawasan Gunung Kelud Kabupaten Kediri. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan ke 10*

- Santoso Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung. Penerbit ITB
- Saiful Nurul Hudha. 2014. Penentuan Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Lapangan Panas Bumi Diwak dan Derekan, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang. *Youngster Phycis Journal*. 3(3): 263-268
- Sasongko Dwi P. 2020. Karakterisasi Daerah Rawan Gerakan Tanah di Lapangan Pandanmurti Desa Candigaron Kecamatan Sumowono Kabupaten Semarang dengan metode microtremor. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. 16(2) :136-143
- Setiawan Fajar. 2019. *Analisis Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Data Gaya Berat Pengukuran Bulan Januari 2019 Studi Kasus Kawasan Kota Lama Semarang*. Skripsi. Semarang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
- Small, C dan Sandwell, D. T. 1992. A Comparison of Satellite and Shipboard Gravity Measuremenets in The Gulf of Mexico. *Geophysics* Vol 57(7) : 885-893.

- Subroto Nurhadi. 2018. *Kajian Ketersediaan Air Bawah Tanah Di Kabupaten Semarang*. Kabupaten Semarang. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Semarang
- Suhardiyatno. 2008. *Permodelan Metode Gravitasi Tiga Dimensi Dengan Menggunakan Matlab*. Skripsi. Depok. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengatahuan Alam. Universitas Indonesia
- Sukardi dan Budhitrisna T. 1992. *Peta Geologi Lembar Salatiga, Jawa*, Direktorat Geologi
- Sunaryo. 1997. *Panduan Praktikum Geofisika*. Universitas Brawijaya
- Susilawati. 2005. Reduksi Dan Interpretasi Data Gravitasi. *e-USU Respository*.
- Taufiquddin. 2014. *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Dengan Metode Gravity*. Skripsi. Malang. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Telford W.M. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York. Cambridge University Press
- Thanden RE, Sumandirja, Richards, Sutisna K dan Amin. 1996.



*Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa.*  
Direktorat Geologi

Tohari Adrin. 2017. *Ada Fenomena Tanah Bergerak di Semarang, Begini Penjelasan Pakar.* Diunduh di <http://lipi.go.id/> tanggal 7 Maret 2017

Torkis Rahman. 2012. *Analisa Dan Permodelan Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Metode Gaya Berat Di Daerah Prospek Panas Bumi Gunung Lawu.* Skripsi. Depok. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengatuan Alam Universitas Indonesia.

Valenta Jan. 2015. *Introduction to Geophysics-Lecture Notes.* Czezh Republic Development Cooperation

Zulaikhah Siti. 2020. *Identifikasi Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Semarang Menggunakan Sistem Informasi Geografis Tahun 2019.* Skripsi. Semarang. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang.

<https://main.semarangkab.go.id/profile/kondisi-umum/geografi-dan-topografi/>

<https://id.wikipedia.org/wiki/TOPEX/Poseidon>

[https://id.wikipedia.org/wiki/Anomali\\_gravitasi](https://id.wikipedia.org/wiki/Anomali_gravitasi)

<http://seputarsemarang.com/obyek-wisata-ungaran-kabupaten-semarang/>

## LAMPIRAN - LAMPIRAN

### Lampiran 1 : Data Anomali Gravitasi di Kabupaten Semarang

Waktu Pengambilan Data : 13 September 2020

Lokasi Penelitian :

Kabupaten Semarang (  $110^{\circ} 14' 30''$  –  $110^{\circ} 39' 30''$  BT dan  $7^{\circ} 3' 28''$  -  $7^{\circ} 30' 12,5''$  LS )

No	Long	Lat	Elevasi	Anomali Gravitasi	KT	ABL
1	110,2417	-7,057	243	17,4	3,219	-9,791
2	110,2583	-7,057	273	21,9	1,1377	-8,648
3	110,275	-7,057	259	26,3	1,7132	-2,681
4	110,2917	-7,057	235	29,8	1,4334	3,504
5	110,3083	-7,057	239	32,1	1,0581	5,357
6	110,325	-7,057	237	32,7	0,9245	6,181
7	110,3417	-7,057	221	31,9	1,5233	7,171
8	110,3583	-7,057	227	29,8	1,1302	4,399
9	110,375	-7,057	195	27,1	1,7674	5,28
10	110,3917	-7,057	215	24,4	1,2824	0,342
11	110,4083	-7,057	205	22,1	2,9782	-0,839
12	110,425	-7,057	217	20,6	0,8775	-3,682
13	110,4417	-7,057	201	20,1	0,927	-2,391
14	110,4583	-7,057	85	20,1	1,2945	10,589
15	110,475	-7,057	41	20,7	0,7161	16,112
16	110,4917	-7,057	45	21,2	1,3802	16,165
17	110,5083	-7,057	33	21,4	0,4964	17,707
18	110,525	-7,057	25	21,2	0,4556	18,403

19	110,5417	-7,057	21	20,6	0,4318	18,25
20	110,5583	-7,057	19	19,8	0,3927	17,674
21	110,575	-7,057	21	18,9	0,3682	16,55
22	110,5917	-7,057	17	18,4	0,3384	16,498
23	110,6083	-7,057	13	18,3	0,296	16,845
24	110,625	-7,057	11	18,8	0,3112	17,569
25	110,6417	-7,057	9	19,8	0,2859	18,793
26	110,6583	-7,057	13	21,1	0,3209	19,645
27	110,2417	-7,0735	293	18,2	1,6158	-14,586
28	110,2583	-7,0735	297	23,3	1,0543	-9,933
29	110,275	-7,0735	275	28,8	0,9927	-1,972
30	110,2917	-7,0735	267	33,8	1,0038	3,924
31	110,3083	-7,0735	257	37,5	1,06	8,743
32	110,325	-7,0735	245	39,5	1,7616	12,085
33	110,3417	-7,0735	229	39,6	1,4836	13,976
34	110,3583	-7,0735	265	37,9	1,3848	8,247
35	110,375	-7,0735	269	35	1,4565	4,9
36	110,3917	-7,0735	273	31,6	1,1579	1,052
37	110,4083	-7,0735	243	28,3	1,6849	1,109
38	110,425	-7,0735	217	25,6	0,9861	1,318
39	110,4417	-7,0735	159	23,9	1,3275	6,108
40	110,4583	-7,0735	73	23,1	1,732	14,932
41	110,475	-7,0735	67	23	1,034	15,503
42	110,4917	-7,0735	49	23,2	0,7772	17,717
43	110,5083	-7,0735	41	23,4	0,6095	18,812
44	110,525	-7,0735	31	23,3	0,56	19,831
45	110,5417	-7,0735	27	22,8	0,4847	19,779
46	110,5583	-7,0735	25	22,1	0,4146	19,303
47	110,575	-7,0735	23	21,2	0,3972	18,626
48	110,5917	-7,0735	21	20,5	0,3879	18,15
49	110,6083	-7,0735	17	20,3	0,3591	18,398
50	110,625	-7,0735	13	20,6	0,3291	19,145

51	110,6417	-7,0735	9	21,4	0,3326	20,393
52	110,6583	-7,0735	13	22,5	0,3064	21,045
53	110,2417	-7,0901	295	20,2	1,1687	-12,809
54	110,2583	-7,0901	291	25,8	1,0244	-6,762
55	110,275	-7,0901	269	32,4	1,0856	2,3
56	110,2917	-7,0901	267	38,8	1,2317	8,924
57	110,3083	-7,0901	275	44,2	1,324	13,428
58	110,325	-7,0901	285	47,7	1,6392	15,809
59	110,3417	-7,0901	285	49	1,9751	17,109
60	110,3583	-7,0901	321	47,9	1,9417	11,981
61	110,375	-7,0901	311	45	1,901	10,2
62	110,3917	-7,0901	323	40,9	1,3396	4,757
63	110,4083	-7,0901	303	36,5	1,874	2,595
64	110,425	-7,0901	235	32,5	1,6483	6,204
65	110,4417	-7,0901	115	29,3	1,8658	16,432
66	110,4583	-7,0901	83	27,2	1,6356	17,913
67	110,475	-7,0901	133	26,1	1,2721	11,218
68	110,4917	-7,0901	117	25,6	1,8787	12,508
69	110,5083	-7,0901	85	25,4	1,3298	15,889
70	110,525	-7,0901	55	25,2	0,789	19,046
71	110,5417	-7,0901	43	24,6	0,7121	19,788
72	110,5583	-7,0901	35	23,9	0,5808	19,984
73	110,575	-7,0901	33	22,9	0,4249	19,207
74	110,5917	-7,0901	27	22,2	0,3997	19,179
75	110,6083	-7,0901	23	21,8	0,3769	19,226
76	110,625	-7,0901	35	22	0,4832	18,084
77	110,6417	-7,0901	25	22,7	0,3487	19,903
78	110,6583	-7,0901	19	23,8	0,3256	21,674
79	110,2417	-7,1066	281	24,4	1,3795	-7,043
80	110,2583	-7,1066	301	30,4	1,213	-3,281
81	110,275	-7,1066	301	37,9	1,4281	4,219
82	110,2917	-7,1066	327	45,7	1,8242	9,11

83	110,3083	-7,1066	347	52,7	1,6719	13,872
84	110,325	-7,1066	375	57,7	1,9176	15,739
85	110,3417	-7,1066	363	60,2	2,2721	19,582
86	110,3583	-7,1066	413	59,8	2,3149	13,587
87	110,375	-7,1066	403	56,9	2,8473	11,806
88	110,3917	-7,1066	337	52,3	1,6912	14,591
89	110,4083	-7,1066	331	46,6	1,6893	9,562
90	110,425	-7,1066	237	41,1	2,7486	14,581
91	110,4417	-7,1066	129	36,2	2,0766	21,765
92	110,4583	-7,1066	159	32,5	1,8544	14,708
93	110,475	-7,1066	213	30	1,5395	6,166
94	110,4917	-7,1066	135	28,4	1,6763	13,294
95	110,5083	-7,1066	135	27,5	1,1983	12,394
96	110,525	-7,1066	95	26,7	0,9657	16,07
97	110,5417	-7,1066	59	25,9	0,7186	19,298
98	110,5583	-7,1066	39	25	0,5339	20,636
99	110,575	-7,1066	49	23,9	0,5442	18,417
100	110,5917	-7,1066	45	23,1	0,5091	18,065
101	110,6083	-7,1066	33	22,6	0,406	18,907
102	110,625	-7,1066	53	22,7	0,5354	16,769
103	110,6417	-7,1066	57	23,4	0,4974	17,022
104	110,6583	-7,1066	51	24,5	0,5544	18,793
105	110,2417	-7,1232	357	31,1	2,041	-8,847
106	110,2583	-7,1232	377	37,4	2,0528	-4,785
107	110,275	-7,1232	369	45,6	1,7096	4,31
108	110,2917	-7,1232	401	54,5	2,0445	9,63
109	110,3083	-7,1232	435	62,9	2,3092	14,225
110	110,325	-7,1232	463	69,2	2,9584	17,392
111	110,3417	-7,1232	457	72,7	3,3137	21,563
112	110,3583	-7,1232	541	72,9	3,5641	12,364
113	110,375	-7,1232	515	69,9	3,2127	12,273
114	110,3917	-7,1232	387	64,6	2,2997	21,296

115	110,4083	-7,1232	315	57,7	1,518	22,453
116	110,425	-7,1232	289	50,5	2,8162	18,162
117	110,4417	-7,1232	231	43,9	2,5458	18,052
118	110,4583	-7,1232	265	38,4	1,6431	8,747
119	110,475	-7,1232	231	34,3	2,04	8,452
120	110,4917	-7,1232	135	31,4	1,2425	16,294
121	110,5083	-7,1232	205	29,5	2,2272	6,561
122	110,525	-7,1232	123	28,1	1,4308	14,337
123	110,5417	-7,1232	75	26,8	0,9288	18,408
124	110,5583	-7,1232	53	25,5	0,8202	19,569
125	110,575	-7,1232	63	24,3	0,7417	17,251
126	110,5917	-7,1232	55	23,2	0,6792	17,046
127	110,6083	-7,1232	51	22,5	0,4959	16,793
128	110,625	-7,1232	55	22,5	0,524	16,346
129	110,6417	-7,1232	57	23,1	0,4379	16,722
130	110,6583	-7,1232	35	24,3	0,3599	20,384
131	110,2417	-7,1397	429	40,5	3,6466	-7,504
132	110,2583	-7,1397	463	47	2,2027	-4,808
133	110,275	-7,1397	437	55,8	2,879	6,901
134	110,2917	-7,1397	447	65,4	2,6055	15,382
135	110,3083	-7,1397	561	74,6	3,3432	11,826
136	110,325	-7,1397	623	81,8	4,3458	12,088
137	110,3417	-7,1397	715	85,9	6,7939	5,894
138	110,3583	-7,1397	759	86,3	7,0637	1,371
139	110,375	-7,1397	657	83,2	5,2064	9,684
140	110,3917	-7,1397	419	77,1	3,9027	30,215
141	110,4083	-7,1397	353	68,9	1,9641	29,401
142	110,425	-7,1397	361	60,2	1,843	19,805
143	110,4417	-7,1397	347	51,7	1,5368	12,872
144	110,4583	-7,1397	335	44,5	1,2817	7,015
145	110,475	-7,1397	219	38,8	1,9115	14,295
146	110,4917	-7,1397	171	34,7	1,506	15,566

147	110,5083	-7,1397	221	31,7	1,5192	6,971
148	110,525	-7,1397	165	29,5	1,3682	11,037
149	110,5417	-7,1397	101	27,6	2,0069	16,298
150	110,5583	-7,1397	97	25,8	1,3583	14,946
151	110,575	-7,1397	119	24,1	1,1355	10,784
152	110,5917	-7,1397	117	22,6	0,9048	9,508
153	110,6083	-7,1397	105	21,6	1,0566	9,851
154	110,625	-7,1397	83	21,4	0,7567	12,113
155	110,6417	-7,1397	77	21,9	0,8932	13,284
156	110,6583	-7,1397	39	23	0,5334	18,636
157	110,2417	-7,1562	495	51,8	3,3526	-3,589
158	110,2583	-7,1562	527	58,5	2,657	-0,469
159	110,275	-7,1562	495	67,4	2,4758	12,011
160	110,2917	-7,1562	517	77,3	4,1199	19,45
161	110,3083	-7,1562	737	86,8	6,784	4,332
162	110,325	-7,1562	901	94,2	7,6062	-6,619
163	110,3417	-7,1562	1097	98,4	13,4984	-24,35
164	110,3583	-7,1562	1141	98,7	13,2538	-28,974
165	110,375	-7,1562	871	95,1	10,9578	-2,362
166	110,3917	-7,1562	497	88,1	5,1201	32,487
167	110,4083	-7,1562	393	78,8	2,4455	34,825
168	110,425	-7,1562	417	68,7	1,6738	22,039
169	110,4417	-7,1562	419	58,7	1,5083	11,815
170	110,4583	-7,1562	373	50,1	1,3974	8,363
171	110,475	-7,1562	289	43,1	2,2204	10,762
172	110,4917	-7,1562	267	37,8	2,2062	7,924
173	110,5083	-7,1562	201	33,9	1,8175	11,409
174	110,525	-7,1562	149	31	1,4774	14,327
175	110,5417	-7,1562	121	28,5	0,911	14,961
176	110,5583	-7,1562	143	26,1	1,0619	10,099
177	110,575	-7,1562	151	23,8	0,89	6,904
178	110,5917	-7,1562	125	21,7	0,9842	7,713

179	110,6083	-7,1562	97	20,2	0,8091	9,346
180	110,625	-7,1562	65	19,5	0,4534	12,227
181	110,6417	-7,1562	37	19,7	0,4761	15,56
182	110,6583	-7,1562	45	20,8	0,5014	15,765
183	110,2417	-7,1728	419	64,1	4,8324	17,215
184	110,2583	-7,1728	607	70,8	2,8752	2,879
185	110,275	-7,1728	559	79,7	3,0254	17,15
186	110,2917	-7,1728	607	89,3	4,0301	21,379
187	110,3083	-7,1728	877	98,5	8,6936	0,367
188	110,325	-7,1728	1233	105,5	15,1617	-32,468
189	110,3417	-7,1728	1485	109,3	17,8907	-56,866
190	110,3583	-7,1728	1493	109	18,08	-58,061
191	110,375	-7,1728	1117	104,6	18,4526	-20,388
192	110,3917	-7,1728	611	96,7	6,3415	28,331
193	110,4083	-7,1728	477	86,4	2,6391	33,025
194	110,425	-7,1728	481	75,2	1,812	21,378
195	110,4417	-7,1728	463	64,2	1,7058	12,392
196	110,4583	-7,1728	403	54,5	2,0607	9,406
197	110,475	-7,1728	329	46,6	1,2883	9,786
198	110,4917	-7,1728	277	40,7	1,6285	9,705
199	110,5083	-7,1728	241	36,2	1,0888	9,233
200	110,525	-7,1728	167	32,7	1,8169	14,013
201	110,5417	-7,1728	153	29,7	1,1735	12,58
202	110,5583	-7,1728	161	26,7	0,7333	8,685
203	110,575	-7,1728	135	23,7	0,6774	8,594
204	110,5917	-7,1728	103	21	0,855	9,475
205	110,6083	-7,1728	77	18,7	0,9717	10,084
206	110,625	-7,1728	55	17,3	0,6594	11,146
207	110,6417	-7,1728	51	16,9	0,569	11,193
208	110,6583	-7,1728	49	17,6	0,5812	12,117
209	110,2417	-7,1893	513	75,5	3,5547	18,097
210	110,2583	-7,1893	555	82,4	4,9115	20,297



211	110,275	-7,1893	745	90,9	4,6954	7,537
212	110,2917	-7,1893	693	99,9	3,8062	22,356
213	110,3083	-7,1893	861	108,2	5,7284	11,857
214	110,325	-7,1893	1243	114,3	16,516	-24,787
215	110,3417	-7,1893	1763	117,1	36,2297	-80,174
216	110,3583	-7,1893	1445	115,8	18,8219	-45,89
217	110,375	-7,1893	993	110,4	9,8541	-0,713
218	110,3917	-7,1893	713	101,7	5,0235	21,918
219	110,4083	-7,1893	551	90,6	2,6474	28,945
220	110,425	-7,1893	485	78,8	1,5535	24,53
221	110,4417	-7,1893	447	67,2	1,4307	17,182
222	110,4583	-7,1893	387	57,2	1,372	13,896
223	110,475	-7,1893	325	49,1	1,4338	12,734
224	110,4917	-7,1893	267	43	1,6765	13,124
225	110,5083	-7,1893	211	38,5	1,5928	14,89
226	110,525	-7,1893	177	34,8	1,4965	14,994
227	110,5417	-7,1893	153	31,5	0,9528	14,38
228	110,5583	-7,1893	125	28	1,144	14,013
229	110,575	-7,1893	117	24,3	1,0415	11,208
230	110,5917	-7,1893	115	20,7	0,947	7,832
231	110,6083	-7,1893	71	17,4	0,7221	9,455
232	110,625	-7,1893	77	15,1	0,9344	6,484
233	110,6417	-7,1893	55	13,9	0,6588	7,746
234	110,6583	-7,1893	71	14	0,5739	6,055
235	110,2417	-7,2058	785	85,1	5,3222	-2,739
236	110,2583	-7,2058	695	91,9	5,6021	14,132
237	110,275	-7,2058	853	99,9	5,7783	4,452
238	110,2917	-7,2058	833	107,9	3,4266	14,69
239	110,3083	-7,2058	903	115	4,0031	13,957
240	110,325	-7,2058	1095	119,7	8,0875	-2,827
241	110,3417	-7,2058	1275	121,1	12,8117	-21,568
242	110,3583	-7,2058	1181	118,5	11,1928	-13,65

243	110,375	-7,2058	911	112,1	5,9399	10,162
244	110,3917	-7,2058	729	102,7	4,0928	21,127
245	110,4083	-7,2058	587	91,2	2,7257	25,517
246	110,425	-7,2058	505	79,2	1,7457	22,692
247	110,4417	-7,2058	525	67,7	2,0831	8,954
248	110,4583	-7,2058	455	58	2,0983	7,087
249	110,475	-7,2058	327	50,4	1,4039	13,81
250	110,4917	-7,2058	261	44,7	2,0603	15,495
251	110,5083	-7,2058	207	40,6	1,5093	17,437
252	110,525	-7,2058	181	37,2	1,1848	16,947
253	110,5417	-7,2058	159	33,8	1,4288	16,008
254	110,5583	-7,2058	149	30,1	1,2895	13,427
255	110,575	-7,2058	129	25,7	1,0019	11,265
256	110,5917	-7,2058	107	21,2	1,4084	9,227
257	110,6083	-7,2058	87	16,8	0,7858	7,065
258	110,625	-7,2058	83	13,3	0,8723	4,013
259	110,6417	-7,2058	59	11	0,5856	4,398
260	110,6583	-7,2058	109	10,2	0,7307	-1,997
261	110,2417	-7,2224	879	91,4	2,9829	-6,957
262	110,2583	-7,2224	1011	98,1	5,8591	-15,027
263	110,275	-7,2224	1089	105,5	6,3238	-16,355
264	110,2917	-7,2224	977	112,4	3,6932	3,077
265	110,3083	-7,2224	945	118,1	3,8898	12,358
266	110,325	-7,2224	973	121,2	3,5266	12,325
267	110,3417	-7,2224	999	121	4,6823	9,215
268	110,3583	-7,2224	949	117,3	5,0934	11,11
269	110,375	-7,2224	819	110	3,7252	18,357
270	110,3917	-7,2224	689	100,1	2,8379	23,003
271	110,4083	-7,2224	647	88,5	3,8891	16,103
272	110,425	-7,2224	549	76,9	1,53	15,469
273	110,4417	-7,2224	509	66,1	2,4501	9,145
274	110,4583	-7,2224	415	57,3	2,4443	10,863

275	110,475	-7,2224	391	50,6	2,3251	6,848
276	110,4917	-7,2224	303	45,9	2,8492	11,995
277	110,5083	-7,2224	293	42,5	2,2428	9,714
278	110,525	-7,2224	231	39,7	1,6722	13,852
279	110,5417	-7,2224	227	36,6	1,3318	11,199
280	110,5583	-7,2224	193	32,7	1,7565	11,104
281	110,575	-7,2224	151	27,8	1,0198	10,904
282	110,5917	-7,2224	127	22,4	0,989	8,189
283	110,6083	-7,2224	117	16,8	1,0474	3,708
284	110,625	-7,2224	85	12,1	0,8103	2,589
285	110,6417	-7,2224	75	8,5	0,5837	0,108
286	110,6583	-7,2224	101	6,7	0,8615	-4,602
287	110,2417	-7,2389	763	93,8	2,6366	8,423
288	110,2583	-7,2389	899	100,5	5,5635	-0,095
289	110,275	-7,2389	1039	107,2	6,178	-9,06
290	110,2917	-7,2389	1047	113	3,311	-4,156
291	110,3083	-7,2389	1043	117,2	3,4353	0,492
292	110,325	-7,2389	971	118,8	3,144	10,149
293	110,3417	-7,2389	915	117,3	2,6689	14,915
294	110,3583	-7,2389	845	112,4	3,3801	17,847
295	110,375	-7,2389	751	104,5	2,7582	20,466
296	110,3917	-7,2389	647	94,5	2,2335	22,103
297	110,4083	-7,2389	575	83,4	1,9536	19,06
298	110,425	-7,2389	553	72,6	1,7053	10,721
299	110,4417	-7,2389	561	62,9	1,7762	0,126
300	110,4583	-7,2389	483	55,4	2,1447	1,354
301	110,475	-7,2389	409	50	1,8869	4,234
302	110,4917	-7,2389	353	46,6	2,003	7,101
303	110,5083	-7,2389	385	44,3	2,0068	1,22
304	110,525	-7,2389	315	42,2	2,7624	6,953
305	110,5417	-7,2389	267	39,5	1,6249	9,624
306	110,5583	-7,2389	209	35,6	1,1791	12,214

307	110,575	-7,2389	153	30,4	1,283	13,28
308	110,5917	-7,2389	127	24,2	0,8173	9,989
309	110,6083	-7,2389	109	17,6	1,4219	5,403
310	110,625	-7,2389	99	11,6	0,9743	0,522
311	110,6417	-7,2389	105	6,7	0,9289	-5,049
312	110,6583	-7,2389	135	3,5	0,8838	-11,606
313	110,2417	-7,2554	695	92,6	2,9393	14,832
314	110,2583	-7,2554	769	99,1	2,5874	13,052
315	110,275	-7,2554	897	105,2	3,897	4,829
316	110,2917	-7,2554	1001	110,1	3,3855	-1,908
317	110,3083	-7,2554	1013	113,2	3,0406	-0,151
318	110,325	-7,2554	957	113,6	3,3595	6,515
319	110,3417	-7,2554	911	111	3,1344	9,062
320	110,3583	-7,2554	837	105,6	3,2396	11,943
321	110,375	-7,2554	727	97,5	3,2764	16,151
322	110,3917	-7,2554	557	87,9	2,9326	25,574
323	110,4083	-7,2554	507	77,6	1,8477	20,868
324	110,425	-7,2554	499	67,9	2,033	12,064
325	110,4417	-7,2554	505	59,7	1,746	3,192
326	110,4583	-7,2554	511	53,6	2,0081	-3,579
327	110,475	-7,2554	489	49,5	2,0568	-5,217
328	110,4917	-7,2554	465	47,2	2,2671	-4,832
329	110,5083	-7,2554	395	45,9	1,2393	1,701
330	110,525	-7,2554	349	44,5	1,3146	5,448
331	110,5417	-7,2554	301	42,3	1,7271	8,619
332	110,5583	-7,2554	267	38,5	1,2121	8,624
333	110,575	-7,2554	221	33,1	2,6319	8,371
334	110,5917	-7,2554	147	26,3	1,2904	9,851
335	110,6083	-7,2554	147	18,8	1,4024	2,351
336	110,625	-7,2554	185	11,6	1,3289	-9,101
337	110,6417	-7,2554	183	5,4	1,0599	-15,077
338	110,6583	-7,2554	205	0,9	1,1192	-22,039

339	110,2417	-7,272	653	88,3	2,0065	15,232
340	110,2583	-7,272	707	94,4	2,6475	15,289
341	110,275	-7,272	819	100,1	3,6855	8,457
342	110,2917	-7,272	929	104,4	2,4864	0,448
343	110,3083	-7,272	951	106,8	2,682	0,386
344	110,325	-7,272	857	106,5	2,6163	10,605
345	110,3417	-7,272	769	103,6	2,6507	17,552
346	110,3583	-7,272	645	98,1	3,2498	25,927
347	110,375	-7,272	503	90,5	3,508	34,216
348	110,3917	-7,272	469	81,8	2,1929	29,321
349	110,4083	-7,272	469	72,7	1,7026	20,221
350	110,425	-7,272	465	64,4	1,4283	12,368
351	110,4417	-7,272	463	57,6	1,2605	5,792
352	110,4583	-7,272	503	52,8	1,7867	-3,484
353	110,475	-7,272	565	49,8	3,8705	-13,422
354	110,4917	-7,272	453	48,4	1,908	-2,289
355	110,5083	-7,272	409	47,7	1,1931	1,934
356	110,525	-7,272	427	46,7	1,3697	-1,08
357	110,5417	-7,272	407	44,6	2,0053	-0,942
358	110,5583	-7,272	325	40,9	1,262	4,534
359	110,575	-7,272	231	35,3	1,6338	9,452
360	110,5917	-7,272	209	28,2	2,0156	4,814
361	110,6083	-7,272	223	20,1	2,3175	-4,853
362	110,625	-7,272	289	12,1	1,146	-20,238
363	110,6417	-7,272	249	4,7	0,9559	-23,162
364	110,6583	-7,272	235	-1,1	1,2292	-27,396
365	110,2417	-7,2885	639	82,1	1,6093	10,598
366	110,2583	-7,2885	689	87,8	1,7881	10,703
367	110,275	-7,2885	769	93,3	2,8218	7,252
368	110,2917	-7,2885	841	97,3	2,8515	3,195
369	110,3083	-7,2885	877	99,5	2,7485	1,367
370	110,325	-7,2885	825	99,3	2,77	6,985

371	110,3417	-7,2885	727	96,7	2,7413	15,351
372	110,3583	-7,2885	625	91,9	4,2802	21,965
373	110,375	-7,2885	501	85,5	3,0582	29,44
374	110,3917	-7,2885	479	78,2	2,5802	24,602
375	110,4083	-7,2885	473	70,6	2,1139	17,673
376	110,425	-7,2885	463	63,9	1,7413	12,092
377	110,4417	-7,2885	465	58,3	1,4768	6,268
378	110,4583	-7,2885	477	54,3	1,4585	0,925
379	110,475	-7,2885	573	51,9	2,2849	-12,217
380	110,4917	-7,2885	597	50,6	3,9162	-16,202
381	110,5083	-7,2885	479	49,7	1,4301	-3,898
382	110,525	-7,2885	463	48,6	1,1869	-3,208
383	110,5417	-7,2885	431	46,3	1,614	-1,927
384	110,5583	-7,2885	417	42,5	1,7399	-4,161
385	110,575	-7,2885	339	36,8	1,6309	-1,133
386	110,5917	-7,2885	283	29,6	1,652	-2,067
387	110,6083	-7,2885	293	21,2	1,5375	-11,586
388	110,625	-7,2885	267	12,6	1,3779	-17,276
389	110,6417	-7,2885	233	4,4	1,4875	-21,672
390	110,6583	-7,2885	185	-2,4	1,136	-23,101
391	110,2417	-7,305	631	75,1	1,4456	4,493
392	110,2583	-7,305	679	80,4	1,7163	4,422
393	110,275	-7,305	737	85,7	2,2837	3,232
394	110,2917	-7,305	749	89,9	1,8185	6,09
395	110,3083	-7,305	721	92,4	1,8976	11,723
396	110,325	-7,305	699	93	1,838	14,784
397	110,3417	-7,305	707	91,5	1,842	12,389
398	110,3583	-7,305	711	88,4	2,8523	8,842
399	110,375	-7,305	737	83,8	4,2532	1,332
400	110,3917	-7,305	709	78,4	7,0852	-0,935
401	110,4083	-7,305	643	72,7	5,0331	0,751
402	110,425	-7,305	491	67,4	2,8807	12,459

403	110,4417	-7,305	467	62,8	2,0189	10,544
404	110,4583	-7,305	471	59,1	1,7102	6,397
405	110,475	-7,305	513	56,4	1,5496	-1,003
406	110,4917	-7,305	575	54,3	2,0504	-10,04
407	110,5083	-7,305	527	52,5	1,6509	-6,469
408	110,525	-7,305	533	50,3	1,4397	-9,341
409	110,5417	-7,305	537	47,3	2,3617	-12,788
410	110,5583	-7,305	451	43	1,3273	-7,465
411	110,575	-7,305	417	37,2	1,4053	-9,461
412	110,5917	-7,305	385	30	1,9177	-13,08
413	110,6083	-7,305	287	21,7	1,323	-10,414
414	110,625	-7,305	229	12,9	1,3854	-12,724
415	110,6417	-7,305	199	4,3	0,7654	-17,967
416	110,6583	-7,305	181	-3,3	0,6406	-23,553
417	110,2417	-7,3216	603	68,6	1,7274	1,126
418	110,2583	-7,3216	629	73,5	1,9892	3,117
419	110,275	-7,3216	707	78,7	2,4104	-0,411
420	110,2917	-7,3216	723	83,3	2,1318	2,399
421	110,3083	-7,3216	681	86,8	1,7611	10,598
422	110,325	-7,3216	657	88,7	1,8196	15,184
423	110,3417	-7,3216	685	89,2	2,5786	12,551
424	110,3583	-7,3216	857	88,2	4,9834	-7,695
425	110,375	-7,3216	1089	86,1	8,9034	-35,755
426	110,3917	-7,3216	847	83,2	6,5237	-11,576
427	110,4083	-7,3216	939	79,6	10,8537	-25,471
428	110,425	-7,3216	587	75,7	6,7858	10,017
429	110,4417	-7,3216	477	71,7	3,0379	18,325
430	110,4583	-7,3216	483	67,7	2,329	13,654
431	110,475	-7,3216	515	63,8	1,862	6,173
432	110,4917	-7,3216	561	60	1,5068	-2,774
433	110,5083	-7,3216	589	56,2	1,5769	-9,707
434	110,525	-7,3216	597	52,3	1,5377	-14,502

435	110,5417	-7,3216	611	47,8	1,9544	-20,569
436	110,5583	-7,3216	523	42,7	2,1142	-15,822
437	110,575	-7,3216	527	36,6	2,2277	-22,369
438	110,5917	-7,3216	447	29,5	2,7348	-20,518
439	110,6083	-7,3216	315	21,5	2,2552	-13,747
440	110,625	-7,3216	255	13	1,0653	-15,534
441	110,6417	-7,3216	207	4,4	1,0185	-18,763
442	110,6583	-7,3216	203	-3,7	0,8534	-26,415
443	110,2417	-7,3381	539	63,5	1,86	3,188
444	110,2583	-7,3381	553	67,8	2,4364	5,921
445	110,275	-7,3381	635	73,1	2,0841	2,046
446	110,2917	-7,3381	661	78,3	1,643	4,336
447	110,3083	-7,3381	645	83,1	1,6012	10,927
448	110,325	-7,3381	635	86,9	2,2358	15,846
449	110,3417	-7,3381	705	89,8	2,6593	10,913
450	110,3583	-7,3381	953	91,8	6,1614	-14,837
451	110,375	-7,3381	1267	92,8	11,3534	-48,973
452	110,3917	-7,3381	1135	92,7	9,8051	-34,303
453	110,4083	-7,3381	1009	91,5	5,731	-21,404
454	110,425	-7,3381	795	89	7,4372	0,042
455	110,4417	-7,3381	607	85,2	5,4708	17,279
456	110,4583	-7,3381	593	80,2	4,2514	13,845
457	110,475	-7,3381	589	74,3	2,5063	8,393
458	110,4917	-7,3381	603	67,9	1,9755	0,426
459	110,5083	-7,3381	627	61,2	1,7522	-8,959
460	110,525	-7,3381	627	54,6	1,6121	-15,559
461	110,5417	-7,3381	651	48	2,0536	-24,845
462	110,5583	-7,3381	603	41,6	1,6502	-25,874
463	110,575	-7,3381	541	35	1,6757	-25,536
464	110,5917	-7,3381	453	28,1	1,564	-22,589
465	110,6083	-7,3381	395	20,7	1,1949	-23,499
466	110,625	-7,3381	277	12,8	2,0486	-18,195



467	110,6417	-7,3381	255	4,4	1,4784	-24,134
468	110,6583	-7,3381	283	-3,8	1,203	-35,467
469	110,2417	-7,3546	537	60,2	1,669	0,112
470	110,2583	-7,3546	577	63,8	1,4019	-0,764
471	110,275	-7,3546	571	69,2	1,3563	5,307
472	110,2917	-7,3546	597	75,1	2,0294	8,298
473	110,3083	-7,3546	627	81,3	2,1625	11,141
474	110,325	-7,3546	647	87,3	2,1869	14,903
475	110,3417	-7,3546	695	93	3,1892	15,232
476	110,3583	-7,3546	895	98,3	6,7377	-1,847
477	110,375	-7,3546	1141	102,8	9,0952	-24,874
478	110,3917	-7,3546	1425	105,9	11,9657	-53,553
479	110,4083	-7,3546	1387	107,2	16,5466	-48
480	110,425	-7,3546	1041	106	11,4193	-10,484
481	110,4417	-7,3546	915	102,3	7,9313	-0,085
482	110,4583	-7,3546	815	96	4,737	4,804
483	110,475	-7,3546	737	87,6	3,5049	5,132
484	110,4917	-7,3546	703	77,9	2,7043	-0,763
485	110,5083	-7,3546	685	67,5	2,0264	-9,149
486	110,525	-7,3546	669	57,6	2,171	-17,259
487	110,5417	-7,3546	661	48,4	2,0233	-25,564
488	110,5583	-7,3546	619	40,3	2,3577	-28,964
489	110,575	-7,3546	561	33	1,3083	-29,774
490	110,5917	-7,3546	499	26,2	1,755	-29,636
491	110,6083	-7,3546	413	19,4	1,279	-26,813
492	110,625	-7,3546	321	12,3	1,5264	-23,619
493	110,6417	-7,3546	285	4,5	0,8214	-27,391
494	110,6583	-7,3546	293	-3,6	1,2297	-36,386
495	110,2417	-7,3712	539	58,7	1,8156	-1,612
496	110,2583	-7,3712	581	61,7	1,5225	-3,312
497	110,275	-7,3712	561	67	1,433	4,226
498	110,2917	-7,3712	603	73,5	1,6308	6,026

499	110,3083	-7,3712	657	81,1	1,6648	7,584
500	110,325	-7,3712	699	89,3	1,837	11,084
501	110,3417	-7,3712	719	98	3,0266	17,546
502	110,3583	-7,3712	911	106,8	6,904	4,862
503	110,375	-7,3712	1139	115	5,3754	-12,45
504	110,3917	-7,3712	1259	121,6	8,245	-19,278
505	110,4083	-7,3712	1305	125,6	13,0625	-20,425
506	110,425	-7,3712	1125	125,9	5,5467	0,016
507	110,4417	-7,3712	1069	122,2	5,2618	2,583
508	110,4583	-7,3712	959	114,4	4,9412	7,091
509	110,475	-7,3712	841	103,1	3,7158	8,995
510	110,4917	-7,3712	781	89,7	2,8348	2,309
511	110,5083	-7,3712	735	75,3	2,2749	-6,944
512	110,525	-7,3712	713	61,6	2,298	-18,182
513	110,5417	-7,3712	683	49,3	2,4121	-27,125
514	110,5583	-7,3712	601	39,1	1,6144	-28,15
515	110,575	-7,3712	557	30,9	1,5726	-31,426
516	110,5917	-7,3712	501	24,2	1,7619	-31,86
517	110,6083	-7,3712	417	18	1,6524	-28,661
518	110,625	-7,3712	365	11,7	1,3276	-29,142
519	110,6417	-7,3712	349	4,7	1,1723	-34,352
520	110,6583	-7,3712	293	-3,2	0,9553	-35,986
521	110,2417	-7,3877	471	58,7	1,6216	5,997
522	110,2583	-7,3877	501	61,1	1,383	5,04
523	110,275	-7,3877	531	66,1	1,5312	6,683
524	110,2917	-7,3877	573	73,1	2,3145	8,983
525	110,3083	-7,3877	645	81,7	2,3719	9,527
526	110,325	-7,3877	717	91,9	3,3611	11,67
527	110,3417	-7,3877	773	103,5	3,1652	17,004
528	110,3583	-7,3877	1027	115,7	9,2542	0,782
529	110,375	-7,3877	1369	127,7	23,9413	-25,486
530	110,3917	-7,3877	1301	137,7	5,3024	-7,877

531	110,4083	-7,3877	1333	144,5	6,0712	-4,658
532	110,425	-7,3877	1329	146,5	6,9159	-2,21
533	110,4417	-7,3877	1235	142,9	7,6326	4,708
534	110,4583	-7,3877	1079	133,8	5,9064	13,064
535	110,475	-7,3877	933	119,7	5,7049	15,301
536	110,4917	-7,3877	827	102,7	3,4361	10,162
537	110,5083	-7,3877	763	84,1	2,7416	-1,277
538	110,525	-7,3877	747	66,5	2,0976	-17,087
539	110,5417	-7,3877	747	51	2,5392	-32,587
540	110,5583	-7,3877	609	38,6	2,1247	-29,545
541	110,575	-7,3877	521	29,3	1,6698	-28,998
542	110,5917	-7,3877	491	22,4	1,8034	-32,541
543	110,6083	-7,3877	429	16,9	1,7263	-31,104
544	110,625	-7,3877	411	11,4	1,268	-34,589
545	110,6417	-7,3877	381	5	1,0327	-37,633
546	110,6583	-7,3877	317	-2,5	1,0234	-37,971
547	110,2417	-7,4042	445	59,8	1,4554	10,006
548	110,2583	-7,4042	457	61,6	1,4984	10,463
549	110,275	-7,4042	485	66,2	1,9776	11,93
550	110,2917	-7,4042	529	73,2	2,5891	14,007
551	110,3083	-7,4042	629	82,6	2,7066	12,217
552	110,325	-7,4042	739	94,4	2,9158	11,708
553	110,3417	-7,4042	849	108,4	3,6493	13,4
554	110,3583	-7,4042	1041	123,8	5,9312	7,316
555	110,375	-7,4042	1253	139,3	5,9127	-0,906
556	110,3917	-7,4042	1357	152,8	6,1233	0,956
557	110,4083	-7,4042	1451	162,4	7,5269	0,038
558	110,425	-7,4042	1561	166,2	11,4973	-8,47
559	110,4417	-7,4042	1455	163,1	10,9961	0,291
560	110,4583	-7,4042	1249	153	9,4747	13,241
561	110,475	-7,4042	1023	136,6	7,2126	22,13
562	110,4917	-7,4042	863	116,2	4,5361	19,633

563	110,5083	-7,4042	781	93,8	3,0929	6,409
564	110,525	-7,4042	753	72,5	2,3618	-11,758
565	110,5417	-7,4042	739	53,7	2,797	-28,992
566	110,5583	-7,4042	663	39,1	2,3126	-35,087
567	110,575	-7,4042	569	28,6	1,9756	-35,069
568	110,5917	-7,4042	499	21,4	1,9075	-34,436
569	110,6083	-7,4042	481	16,2	1,4009	-37,622
570	110,625	-7,4042	447	11,4	1,6442	-38,618
571	110,6417	-7,4042	397	5,6	1,1603	-38,823
572	110,6583	-7,4042	327	-1,6	1,2639	-38,19
573	110,2417	-7,4207	419	61,6	1,5208	14,715
574	110,2583	-7,4207	437	62,8	1,4663	13,901
575	110,275	-7,4207	473	66,7	1,9298	13,773
576	110,2917	-7,4207	523	73,3	2,5108	14,778
577	110,3083	-7,4207	617	83	2,4561	13,96
578	110,325	-7,4207	745	95,9	2,8992	12,537
579	110,3417	-7,4207	901	111,8	3,8331	10,981
580	110,3583	-7,4207	1083	129,8	4,8013	8,616
581	110,375	-7,4207	1231	148,4	5,5379	10,655
582	110,3917	-7,4207	1369	165,1	7,1601	11,914
583	110,4083	-7,4207	1593	177,5	12,2	-0,751
584	110,425	-7,4207	1831	183,3	23,019	-21,582
585	110,4417	-7,4207	1825	181	24,6427	-23,211
586	110,4583	-7,4207	1507	170,4	20,3601	1,772
587	110,475	-7,4207	1127	152,3	11,7529	26,193
588	110,4917	-7,4207	891	129,3	6,3973	29,6
589	110,5083	-7,4207	787	103,7	4,1866	15,637
590	110,525	-7,4207	737	79,2	2,6967	-3,268
591	110,5417	-7,4207	691	57,6	2,7637	-19,72
592	110,5583	-7,4207	637	40,9	2,4447	-30,378
593	110,575	-7,4207	553	29	3,0038	-32,879
594	110,5917	-7,4207	543	21,3	1,7794	-39,46

595	110,6083	-7,4207	501	16,3	1,4574	-39,76
596	110,625	-7,4207	467	11,8	1,385	-40,456
597	110,6417	-7,4207	369	6,6	1,499	-34,69
598	110,6583	-7,4207	289	-0,4	1,3064	-32,738
599	110,2417	-7,4373	409	63,8	1,4375	18,034
600	110,2583	-7,4373	431	64,3	1,8765	16,073
601	110,275	-7,4373	475	67,4	1,5345	14,249
602	110,2917	-7,4373	531	73,3	1,755	13,883
603	110,3083	-7,4373	621	82,7	2,4255	13,212
604	110,325	-7,4373	737	96	2,8747	13,532
605	110,3417	-7,4373	897	113,2	3,5693	12,829
606	110,3583	-7,4373	1053	133,1	4,6187	15,273
607	110,375	-7,4373	1195	154,3	5,5614	20,584
608	110,3917	-7,4373	1365	173,6	8,2739	20,861
609	110,4083	-7,4373	1671	188,7	16,2087	1,721
610	110,425	-7,4373	2159	196,5	37,2899	-45,085
611	110,4417	-7,4373	2349	195,4	44,7868	-67,445
612	110,4583	-7,4373	1921	185	36,1484	-29,953
613	110,475	-7,4373	1319	166	17,2537	18,409
614	110,4917	-7,4373	961	141,3	8,5767	33,767
615	110,5083	-7,4373	859	113,4	4,8632	17,281
616	110,525	-7,4373	771	86,4	3,4126	0,128
617	110,5417	-7,4373	699	62,5	2,5128	-15,716
618	110,5583	-7,4373	641	43,9	1,976	-27,826
619	110,575	-7,4373	587	30,8	1,8916	-34,883
620	110,5917	-7,4373	533	22,5	1,8588	-37,141
621	110,6083	-7,4373	489	17,3	1,3123	-37,417
622	110,625	-7,4373	441	13	2,045	-36,346
623	110,6417	-7,4373	333	8	1,827	-29,262
624	110,6583	-7,4373	239	1,1	1,2259	-25,643
625	110,2417	-7,4538	397	66,2	1,4704	21,777
626	110,2583	-7,4538	433	66,1	1,7716	17,649

627	110,275	-7,4538	495	68,2	1,7436	12,811
628	110,2917	-7,4538	561	73,2	1,6908	10,426
629	110,3083	-7,4538	645	81,9	2,1555	9,727
630	110,325	-7,4538	759	94,9	2,9211	9,971
631	110,3417	-7,4538	885	112,6	3,6617	13,572
632	110,3583	-7,4538	1051	133,6	4,8945	15,997
633	110,375	-7,4538	1187	156,6	5,5638	23,779
634	110,3917	-7,4538	1349	178,1	8,6171	27,152
635	110,4083	-7,4538	1721	195,5	18,9701	2,926
636	110,425	-7,4538	2445	205,2	45,7848	-68,387
637	110,4417	-7,4538	2855	205,6	82,6096	113,864
638	110,4583	-7,4538	2211	195,9	35,3056	-51,503
639	110,475	-7,4538	1511	176,9	20,7603	7,824
640	110,4917	-7,4538	1117	151,4	9,09	26,412
641	110,5083	-7,4538	941	122,2	5,6151	16,905
642	110,525	-7,4538	811	93,6	3,8212	2,852
643	110,5417	-7,4538	711	68	2,8689	-11,558
644	110,5583	-7,4538	633	48	2,257	-22,83
645	110,575	-7,4538	577	33,8	2,1096	-30,764
646	110,5917	-7,4538	521	24,8	1,9657	-33,498
647	110,6083	-7,4538	429	19,2	1,7563	-28,804
648	110,625	-7,4538	365	14,9	1,6906	-25,942
649	110,6417	-7,4538	287	9,9	1,6737	-22,214
650	110,6583	-7,4538	249	3,1	0,9566	-24,762
651	110,2417	-7,4703	383	68,9	1,4541	26,044
652	110,2583	-7,4703	439	68,2	1,4494	19,077
653	110,275	-7,4703	497	69,3	1,6404	13,687
654	110,2917	-7,4703	555	73,1	2,1866	10,997
655	110,3083	-7,4703	639	80,7	2,1253	9,198
656	110,325	-7,4703	727	93	2,7657	11,651
657	110,3417	-7,4703	861	110,3	3,5351	13,957

658	110,3583	-7,4703	1025	131,7	4,5791	17,006
659	110,375	-7,4703	1171	155,6	5,5342	24,569
660	110,3917	-7,4703	1311	178,5	7,7146	31,804
661	110,4083	-7,4703	1593	197,6	15,099	19,349
662	110,425	-7,4703	2175	209,1	30,9878	-34,275
663	110,4417	-7,4703	2553	211,1	41,5934	-74,572
664	110,4583	-7,4703	2157	202,7	28,9565	-38,661
665	110,475	-7,4703	1549	184,4	17,0518	11,072
666	110,4917	-7,4703	1169	159,1	9,3088	28,293
667	110,5083	-7,4703	967	129,6	6,3255	21,396
668	110,525	-7,4703	805	100,4	3,9055	10,323
669	110,5417	-7,4703	713	73,9	3,267	-5,882
670	110,5583	-7,4703	633	53	2,5269	-17,83
671	110,575	-7,4703	565	37,9	2,0326	-25,322
672	110,5917	-7,4703	493	28,2	1,5613	-26,965
673	110,6083	-7,4703	417	22,2	1,6607	-24,461
674	110,625	-7,4703	381	17,5	1,213	-25,133
675	110,6417	-7,4703	333	12,5	1,0487	-24,762
676	110,6583	-7,4703	293	5,7	0,8229	-27,086
677	110,2417	-7,4868	359	71,8	1,548	31,629
678	110,2583	-7,4868	413	70,7	1,3683	24,487
679	110,275	-7,4868	459	70,8	1,6521	19,44
680	110,2917	-7,4868	527	73,4	2,0778	14,431
681	110,3083	-7,4868	603	79,7	2,2434	12,226
682	110,325	-7,4868	711	90,9	2,7869	11,342
683	110,3417	-7,4868	827	107,4	3,7684	14,862
684	110,3583	-7,4868	971	128,3	4,689	19,649
685	110,375	-7,4868	1103	152,2	5,2661	28,778
686	110,3917	-7,4868	1213	175,6	7,2895	39,87
687	110,4083	-7,4868	1351	195,7	10,6075	44,528
688	110,425	-7,4868	1625	208,6	16,6444	26,768
689	110,4417	-7,4868	1943	212,2	21,3674	-5,215

690	110,4583	-7,4868	1931	205,3	24,2038	-10,772
691	110,475	-7,4868	1525	188,4	12,1846	17,758
692	110,4917	-7,4868	1231	164,2	8,6322	26,455
693	110,5083	-7,4868	981	135,4	7,0743	25,63
694	110,525	-7,4868	793	106,3	4,2445	17,566
695	110,5417	-7,4868	711	79,8	2,9005	0,242
696	110,5583	-7,4868	633	58,5	2,4893	-12,33
697	110,575	-7,4868	547	42,9	2,0453	-18,307
698	110,5917	-7,4868	469	32,6	1,7224	-19,879
699	110,6083	-7,4868	403	26,1	1,444	-18,994
700	110,625	-7,4868	349	21,1	1,3051	-17,952
701	110,6417	-7,4868	321	15,8	0,8964	-20,119
702	110,6583	-7,4868	279	9	0,834	-22,219
703	110,2417	-7,5034	341	75,3	1,5659	37,143
704	110,2583	-7,5034	393	73,8	1,7421	29,825
705	110,275	-7,5034	443	73,2	1,4482	23,63
706	110,2917	-7,5034	507	74,7	1,7214	17,968
707	110,3083	-7,5034	585	79,6	2,1868	14,141
708	110,325	-7,5034	667	89,3	2,4106	14,665
709	110,3417	-7,5034	755	104,3	3,1118	19,818
710	110,3583	-7,5034	873	124	3,9699	26,314
711	110,375	-7,5034	1003	147	4,9571	34,768
712	110,3917	-7,5034	1051	170,1	6,2838	52,497
713	110,4083	-7,5034	1159	190,4	7,0755	60,712
714	110,425	-7,5034	1325	204,1	9,3891	55,837
715	110,4417	-7,5034	1521	209	11,2187	38,805
716	110,4583	-7,5034	1623	203,8	10,5681	22,192
717	110,475	-7,5034	1451	188,8	9,7744	26,438
718	110,4917	-7,5034	1255	166,4	8,4274	25,97
719	110,5083	-7,5034	991	139,1	6,3809	28,211
720	110,525	-7,5034	835	111,2	4,0708	17,766
721	110,5417	-7,5034	735	85,3	3,2099	3,056



722	110,5583	-7,5034	627	64,2	2,5403	-5,959
723	110,575	-7,5034	537	48,5	1,9618	-11,588
724	110,5917	-7,5034	467	37,9	1,6288	-14,356
725	110,6083	-7,5034	405	30,9	1,3552	-14,418
726	110,625	-7,5034	353	25,5	1,1975	-13,999
727	110,6417	-7,5034	307	20	1,5065	-14,352
728	110,6583	-7,5034	267	13,2	1,2874	-16,676

Keterangan :

Long : Lintang (°)

Lat : Bujur (°)

Elevasi : Ketinggian (m)

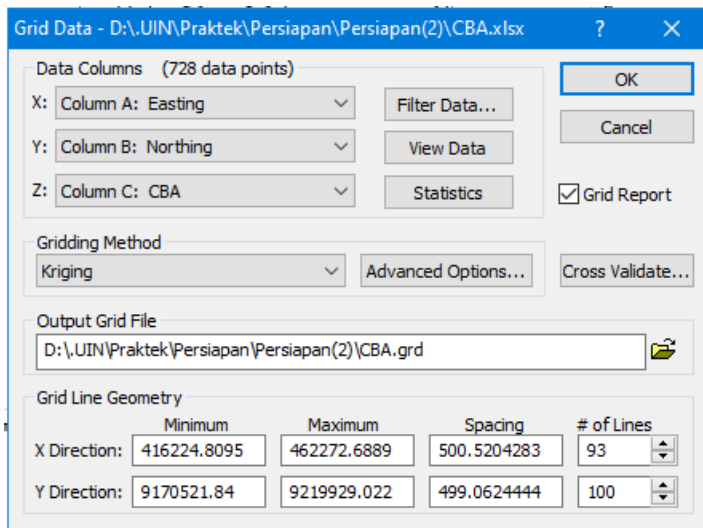
KT : Koreksi Terrain (mGal)

ABL : Anomali Bouguer Lengkap (mGal)

## Lampiran 2: Pengolahan Data Menggunakan Surfer 10

Pada penelitian ini *Surfer 10* digunakan untuk mengkonturkan nilai koreksi-koreksi. Data pada *Surfer 10* adalah lintang, bujur dan data yang ingin dibuat kontur. Langkah-langkah membuat kontur sebagai berikut :

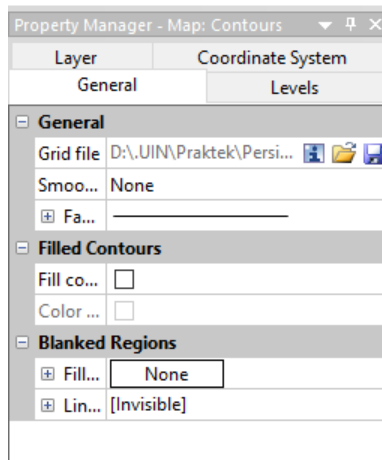
1. Buka *Surfer 10*, pilih menu “Grid” kemudian “Data”, selanjutnya akan menampilkan kotak dialog yang meminta file, pilih file yang sudah ditentukan. Klik “Open” maka akan tampak kotak dialog seperti dibawah ini.



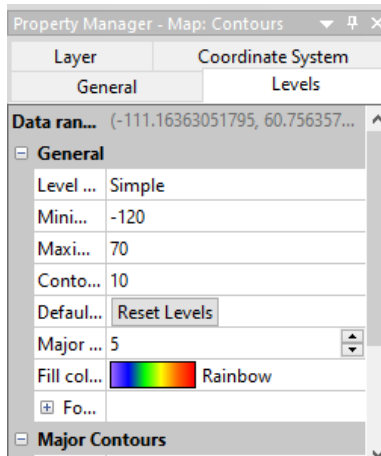
2. Selanjutnya pilih menu “New Contour Map” maka akan menampilkan kotak dialog untuk memasukan file “GRD

File”. File merupakan hasil dari tahap 1. Selanjutnya klik “Open” , maka akan menampilkan kontur dari data tersebut.

3. Untuk mewarnai kontur, klik pada kontur maka akan tampil kotak dialog pada bagian bawah kiri seperti pada gambar ini :



4. Pada menu “General” terdapat menu “Filled Contours”. Kemudian klik pada kotak “Fill Contours” dan “Color Scale”
5. Untuk memberi warna pada kontur, pilih menu “Levels” kemudian klik “Fill Color” untuk memilih warna yang diinginkan.

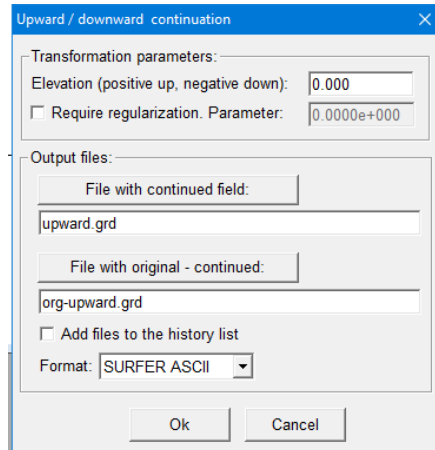


Proses pengkonturan berlaku untuk semua data yang ingin dikonturkan. Perubahan data dilakukan pada kolom C untuk membuat kontur lain. Tahap Selanjutnya dilakukan dengan sama.

### Lampiran 3: Kontinuasi ke atas menggunakan Magpick

Penelitian ini menggunakan *Software Magpick* untuk melakukan kontinuasi ke atas. Metode ini dilakukan untuk memisahkan anomali *bouguer* lengkan menjadi anomali regional dan lokal. Langkah – langkah sebagai berikut :

1. Buka *software Magpick* pilih menu “File” → “Open Grid File” maka akan tampil kotak dialog untuk memilih file. File didapatkan dari pengolahan data pada *Surfer 10*. Klik open untuk menampilkan kontur dari data tersebut.
2. Kemudian pilih menu “Operations” → “Upward Continuations”.



3. Pada menu “Elevation” dimasukkan nilai ketinggian, kemudian klik “File With Continued Field” untuk

menyimpan file anomali regional. Selanjutnya klik “ File with original-continued” untuk menyimpan file anomali lokal. Klik “Ok” maka akan menyimpan data anomali regional dan lokal di folder yang sudah ditentukan.

4. Untuk menampilkan kontur dari anomali lokal dan regional maka dibuka menggunakan *Surfer 10*.

## Lampiran 4 : Pemodelan Menggunakan Grav2DC For Windows

Pemodelan dilakukan dengan metode trial dan eror untuk mendapatkan nilai eror terkecil. Data yang digunakan merupakan data nilai panjang lintasan dan nilai anomali *Bouguer* dengan file extension “dat”. Adapun langkah- Langkah menggunakan Grav2DC *for windows* sebagai berikut :

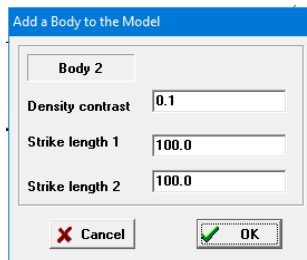
1. Membuka *software* Grav2DC *for windows*, kemudian pilih menu “System Options” selanjutnya pilih “Begin a new model”, akan tampil kotak dialog sebagai berikut :

Initial Body Density	Strike Length 1	Strike Length 2
0.1	100.0	100.0
Max. Depth Displayed	Station Spacing	No. of Points
100.0	10.0	100
<input checked="" type="checkbox"/> Read in field data	Units of measure <input checked="" type="radio"/> Km <input type="radio"/> m	
<input type="button" value="Cancel"/>		<input type="button" value="OK"/>

2. Pada kotak “Max. Depth Displayed” untuk memasukan nilai kedalaman pemodelan yang diinginkan. Kotak “Station Spacing” untuk memasukan data spasi pengukuran. Kotak “Strike length 1” dan “Strike length 2” untuk memasukan nilai panjang permodelan ke arah lateral. Sedangkan kotak “No. of points” untuk memasukan

nilai sejumlah data yang akan dibaca. Kotak “Unit of measure” pilih satuan yang dibutuhkan “meter” atau “kilometer”. Selanjutnya klik “ok” kemudian membuat pola lapisan.

3. Untuk menambahkan body atau lapisan memilih menu “Edit the model” kemudian “add a body” maka akan tampil kotak dialog.



4. Kotak “Density” untuk memasukan nilai densitas yang diinginkan, kemudian klik “ok” untuk membuat pola lapisan yang diinginkan. Setelah diperoleh lapisan yang diinginkan langkah selanjutnya atur bentuk dan densitas pada setiap pola lapisan hingga diperoleh nilai error terkecil atau sampai kurva amatan dan hitungan mendekati.



## Lampiran 5: Hasil Cek Turnitin

Bab I - V \_ Puspita

ORIGINALITY REPORT

<b>24%</b>	<b>24%</b>	<b>3%</b>	<b>7%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>dlh.semarangkab.go.id</b> Internet Source	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>adoc.pub</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>eprints.uns.ac.id</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>etheses.uin-malang.ac.id</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>lib.unnes.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>123dok.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repo.itera.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>docobook.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>id.scribd.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>10</b>	<b>news.detik.com</b> Internet Source	<b>1%</b>

11	<a href="http://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	1 %
13	<a href="http://eprints.walisongo.ac.id">eprints.walisongo.ac.id</a> Internet Source	1 %
14	<a href="http://semuatentangprovinsi.blogspot.com">semuatentangprovinsi.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
15	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	<1 %
16	<a href="http://spektra.unsiq.ac.id">spektra.unsiq.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://www.liputan6.com">www.liputan6.com</a> Internet Source	<1 %
19	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
20	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://prd-assolole.blogspot.com">prd-assolole.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
22	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %

Submitted to Universitas Sebelas Maret

23 Student Paper <1 %

---

24 core.ac.uk  
Internet Source <1 %

---

---

Exclude quotes Off

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

---

## Lampiran 6: Riwayat Hidup

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Puspita Nur Aini
2. Tempat & Tgl. Lahir : Semarang, 07 Maret 1998
3. Alamat Rumah : Jl. Pandan Wangi Timur I D-8  
Kel. Kedungmundu Kec.  
Tembalang, Semarang
4. HP : 085799951829
5. E-mail : [puspitanura21@gmail.com](mailto:puspitanura21@gmail.com)

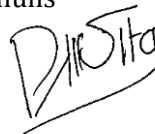
### B. Riwayat Pendidikan

Pendidikan Formal :

- a. TK Nurussholichah Cirebon (2002 – 2004)
- b. SD Negeri Kesambi Dalam I Cirebon (2004 – 2010)
- c. SMP Negeri 29 Semarang (2010 – 2013)
- d. SMA Negeri 11 Semarang (2013 – 2016)

Semarang, 31 Agustus 2022

Penulis



**Puspita Nur Aini**

**NIM. 1608026018**