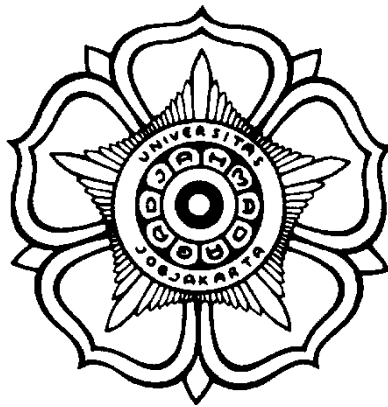


LAPORAN PENELITIAN

**PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN  
GUNUNG MERAPI DARI ANALISIS DATA MAGNETIK  
DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSOFT**



Oleh:

Imam Suyanto

Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, 2012

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, kami telah menyelesaikan laporan akhir penelitian ini. Laporan ini merupakan hasil penelitian terhadap data magnetik di Gunung Merapi dan Merbabu. Penelitian ini berjudul 'Pemodelan Bawah Permukaan Gunung Mearapi Dari Analisis Data Magnetik Dengan Menggunakan Software Geosoft'.

Tentu masih banyak kekurangan dalam laporan ini. Untuk itu kritik dan saran membangun sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas penyelidikan geofisika, khususnya untuk keperluan eksplorasi kegunungapian. Akhirnya kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya pekerjaan ini, kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Juni 2012

Drs. Imam Suyanto, M.Si

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	hal i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Intisari	vi
Bab I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	3
I.3. Waktu dan Tempat Pengambilan Data	3
Bab II. Tinjauan Pustaka	4
II.1. Keadaan umum Gunung Merapi-Merbabu	4
II.2. Fisiografi Jawa Tengah	5
II.3. Keadaan Geologi Gunung Merapi	6
II.4. Keadaan Geologi Gunung Merbabu	9
II.5. Penelitian Geofisika Gunung Merapi dan Merbabu	10
Bab III. Dasar Teori	13
III.1. Teori Dasar Magnetik	13
III.1.1. Gaya Magnetik	13
III.1.2. Kuat Medan Magnet	13
III.1.3. Momen Magnetik	13
III.1.4. Intensitas Kemagnetan	14
III.1.5. Suseptibilitas Kemagnetan	14
III.1.6. Induksi Magnetik	15
III.2. Medan Magnet Bumi	16
III.3. Transformasi Medan Magnetik	19
III.3.1. Kontinuasi ke Atas	19
III.3.2. Reduksi ke Kutub Magnet Bumi	19
Bab IV. Metodologi Penelitian	21
IV.1. Instrumen Penelitian	21
IV.2. Metode Pengumpulan Data	22
IV.3. Metode Pengolahan Data	22
IV.3.1. Koreksi IGRF dan Variasi Harian	23
IV.3.2. Kontinuasi ke Atas	24
IV.3.3. Reduksi ke Kutub	24

	hal
IV.4. Metode Interpretasi	24
Bab V. Analisa Hasil Dan Pembahasan	25
V.1. Hasil Pengolahan Data	25
V.1.1. Medan Magnet Total	26
V.1.2. Anomali Medan Magnet Total	27
V.1.3. Hasil Kontinuasi ke Atas	28
V.1.4. Hasil Reduksi ke Kutub	29
V.2. Pembahasan	30
V.2.1. Interpretasi Kualitatif	30
V.2.2. Interpretasi Kuantitatif	30
Bab VI. Kesimpulan dan Saran	32
VI.1. Kesimpulan	32
VI.2. Saran	32
Daftar Pustaka	33
Lampiran Data Magnetik Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya	34

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1. Peta sebaran dan nama 129 gunungapi di Indonesia. Warna merah adalah gunungapi tipe A, warna kuning gabungan tipe B dan tipe C ( <a href="http://www.merapi.bgl.esdm">www.merapi.bgl.esdm</a> , 2001).	1
Gambar 1.2. Citra Topografi Gunung Merapi, Merbabu, dan Ungaran	2
Gambar 1.3. Peta Lokasi Penelitian	3
Gambar 2.1. Lokasi Gunung Merapi dan Merbabu yang terletak pada batas lempeng Eurasia dan Indo Australia.	4
Gambar 2.2. Geologi regional Jawa Tengah dan Jawa Timur menurut van Bemmelen, 1949. Kotak di tengah adalah daerah penelitian.	5
Gambar 2.3. Urutan terbentuknya gunungapi dari Gunung Ungaran s/d Merapi (van Bemmelen, 1949).	6
Gambar 2.4. Perkembangan kawah 1883 yang terisi lava yang menjadi cikal bakal dari Gunung Anyar puncak Gunung Merapi saat ini (Sket Neuman van Padang, 1931 disempurnakan).	8
Gambar 2.5. Hasil interpretasi bawah permukaan Gunung Merapi dari beberapa macam metode. Pada kedalaman 1 km terdapat kantong magma dangkal dan saluran di bawahnya yang menghubungkan dengan kantong magma yang lebih dalam (after Imam et al, 1993).	11
Gambar 2.6. Model bawah permukaan penampang utara-selatan hasil analisis data anomali gravitasi (Imam, 2011).	12
Gambar 3.1. Gaya Coulumb antara dua kutub magnet.	10
Gambar 3.2. Elemen magnetik bumi.	17
Gambar 3.3. Penggambaran vektor anomali medan magnetic total (Blakely, 1995).	19
Gambar 3.4. Anomali Magnetik dan anomali hasil reduksi ke kutub (Blakely, 1995).	20
Gambar 4.1. PPM, Kompas, GPS.	21
Gambar 4.2. Diagram alir pengolahan data magnetik.	23
Gambar 5.1. Peta topografi dan titik-titik pengukuran area penelitian.	25
Gambar 5.2. Peta medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya.	26
Gambar 5.3. Peta Anomali Medan Magnet Total.	27
Gambar 5.4. Anomali regional kontinuasi ke atas 1000 m.	28
Gambar 5.5. Peta kontur reduksi ke kutub terhadap hasil kontinuasi 1000 meter.	29
Gambar 5.6. Model bawah permukaan anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya dari arah utara ke selatan.	31
Gambar 5.7. Model bawah permukaan anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya dari arah barat ke timur.	31

# PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN GUNUNG MERAPI DARI ANALISIS DATA MAGNETIK DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSOFT

Oleh:  
Imam Suyanto

## INTISARI

Telah dilakukan analisis terhadap data medan magnetik di gunung Merapi dan Merbabu. Maksud dari penelitian ini adalah memetakan anomali medan magnet total di Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya, serta bertujuan untuk membuat model bawah permukaan kedua gunung tersebut. Pengambilan data dilakukan di 320 titik amat, yang tersebar di sekeliling kedua gunung sampai ke puncak kedua gunung tersebut. Alat yang digunakan adalah PPM (*Proton Precession Magnetometer*) tipe Geometrics model G-856. Penentuan posisi dengan menggunakan 2 buah GPS type Geodetik Trimble 4600 LS, yang berfungsi sebagai base dan rover. Sebaran titik dibuat dengan mengikuti pola jalan dari jalan aspal sampai dengan jalan setapak.

Pengolahan data magnetik relatif sederhana, yaitu hanya melakukan koreksi variasi harian dan IGRF. Selanjutnya anomali medan magnet total dikontinuasi ke atas setinggi 1000 meter untuk mendapatkan anomali yang lebih sederhana. Pengolahan data yang lain dengan memanfaatkan software Geosoft adalah reduksi ke kutub untuk memperjelas posisi anomali. Pemodelan 2,5D menghasilkan 3 lapisan, yaitu lapisan atas adalah diinterpretasi sebagai hasil produk aktivitas gunung Merapi dan Merbabu, lapisan kedua adalah merupakan posisi kantong magma, dan lapisan ketiga merupakan lapisan pensuplai magma.

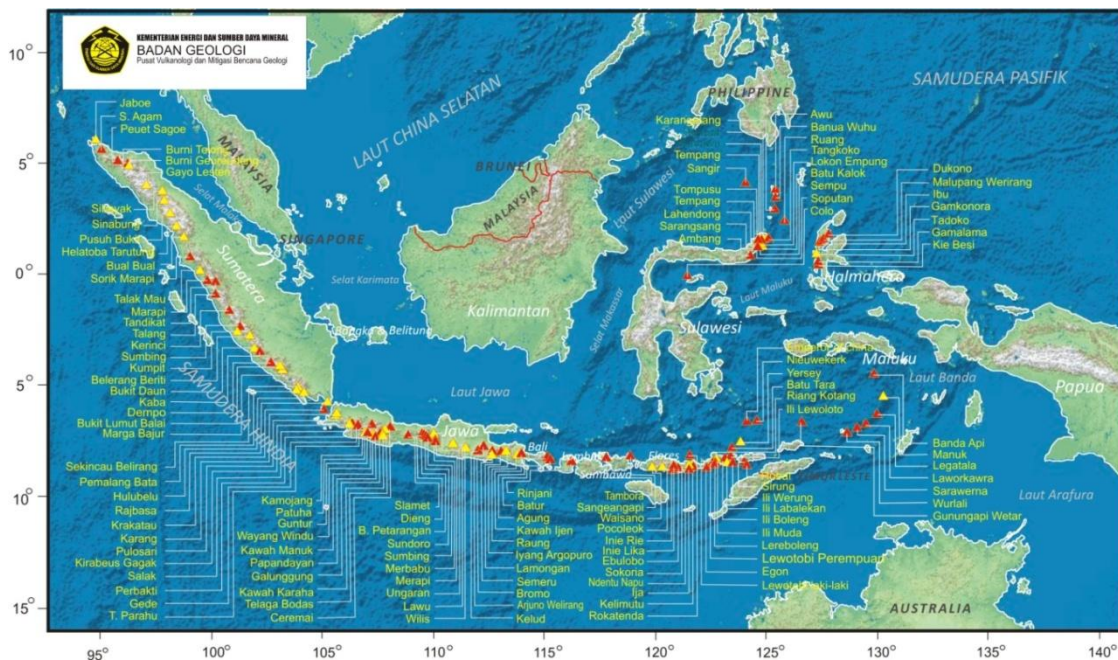
Hasil pemodelan menunjukkan lapisan pertama di Gunung Merbabu lebih tebal dibandingkan di Gunung Merapi, sedangkan lapisan ketiga lebih tipis dan dangkal di Gunung Merapi. Kedua hal ini menjadi petunjuk untuk menjelaskan aktivitas Gunung Merapi yang lebih besar dan lebih sering dibandingkan aktivitas Gunung Merbabu.

Kata kunci: anomali medan magnet, Merapi, Merbabu

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

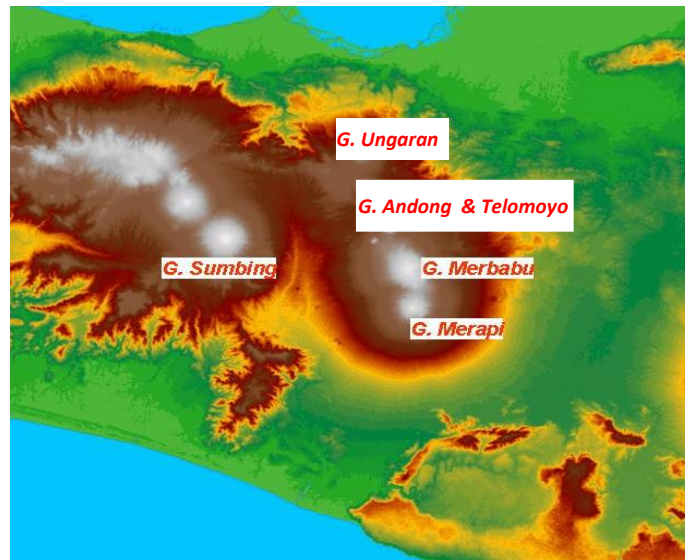
Indonesia sebagai negara yang mempunyai 129 gunungapi aktif (14 % dari jumlah gunungapi di dunia, gambar 1.1.) berkepentingan untuk mengembangkan tradisi keilmuan yang secara khusus mempelajari perilaku gunungapi. Salah satu gunungapi yang sangat aktif di Indonesia adalah gunung Merapi. Bahaya yang ditimbulkan oleh gunung Merapi sangat tinggi, mengingat tingkat aktivitasnya dan padatnya penduduk di sekitar gunung Merapi serta banyaknya aset nasional yang ada, yang berupa cagar budaya, sarana transportasi, pertanian, peternakan dan sarana pendidikan. Untuk itu diperlukan penelitian yang mampu untuk meminimalkan akibat yang ditimbulkan oleh bencana gunung Merapi.



Gambar 1.1. Peta sebaran dan nama 129 gunungapi di Indonesia. Warna merah adalah gunungapi tipe A sedangkan warna kuning gabungan tipe B dan tipe C ([www.merapi.bgl.esdm](http://www.merapi.bgl.esdm), 2011).

Gunung Merapi secara geografis berada di wilayah perbatasan antara Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Propinsi Jawa Tengah dan mempunyai ketinggian 2947 mdpl. Hingga saat ini Gunung Merapi masih aktif dan merupakan Gunung yang paling aktif di Indonesia dengan periode erupsi 5 – 10 tahun. Gunung Merapi terakhir kali erupsi pada bulan November 2010 dan merupakan erupsi Gunung Merapi yang paling besar sejak 100 tahun terakhir. Gunung Merapi dan Gunung Merbabu merupakan deretan paling selatan

dari kelompok Ungaran, Suropati, Gajah Mungkur, Andong dan Telomoyo yang memanjang dari arah utara-selatan Pulau Jawa seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Citra Topografi Gunung Merapi, Merbabu, dan Ungaran.

Upaya memahami perilaku gunung Merapi salah satunya adalah dengan melakukan penelitian terhadap struktur yang ada di bawah permukaan Gunung Merapi. Struktur di bawah permukaan ini memainkan peranan penting terhadap proses-proses yang terjadi di dalamnya. Dengan mengetahui bentuk-bentuk atau struktur yang ada di Gunung Merapi, maka interpretasi proses yang mungkin terjadi berkaitan dengan aktivitas Gunung Merapi dapat semakin dipahami dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki bentuk-bentuk struktur Gunung Merapi.

Menurut Van Bemmelen (1949), Gunung Merapi terletak pada perpotongan sistem sesar regional yang berarah utara-selatan. Sistem sesar ini juga melalui Gunung Ungaran, Gunung Suropati, Gunung Gajah Mungkur, Gunung Andong, Gunung Telomoyo dan Gunung Merbabu. Beberapa peneliti telah melakukan penyelidikan di lapangan untuk mengetahui kelurusan struktur geologi seperti yang dilakukan oleh Sukarjita (1999) dan Suryanto (1998). Sukarjita menggunakan medan magnetik komponen vertikal untuk pemodelan sesar regional di daerah Gunung Merapi dan Gunung Merbabu, sedangkan Suryanto berdasarkan interpretasi kualitatif data magnetik total dengan transformasi pseudo-gravitasi.

Agar dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai struktur bawah permukaan di Gunung Merapi dan Gunung Merbabu, maka dilakukan penelitian dalam



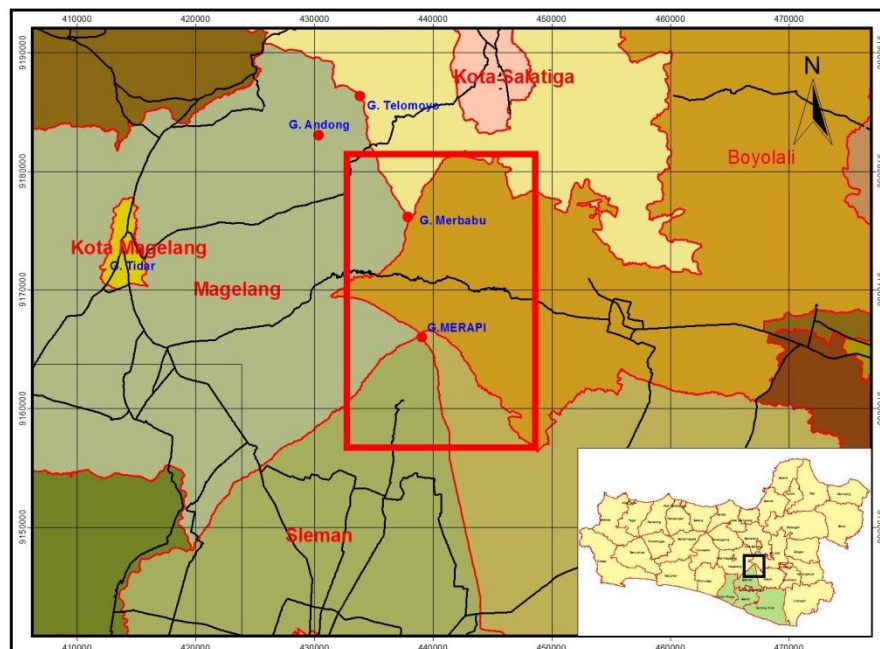
bidang geofisika. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode geomagnetik yang menggunakan kontras suseptibilitas batuan untuk menggambarkan struktur geologi bawah permukaan.

## I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan struktur geologi bawah permukaan Gunung Merapi dan Merbabu berdasarkan anomali regional medan magnet total. Tujuan lainnya adalah mengoptimalkan penggunaan software Geosoft untuk pengolahan data medan magnetik.

## I.3 Waktu Dan Tempat Pengambilan Data

Pengambilan data Magnetik dilaksanakan mulai tanggal 8 Desember 1996 sampai dengan 3 Maret 1997. Daerah pengambilan data meliputi wilayah Sleman, Klaten, Ngeblak, Jrahah, Selo, Grabak, dan Salatiga. Secara geografis daerah tersebut berada pada koordinat  $110,30^{\circ}$  –  $110,60^{\circ}$  BT dan  $7,38^{\circ}$  –  $7,75^{\circ}$  LS. Peta Daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar I.3. Peta Lokasi Penelitian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Keadaan Umum Gunung Merapi-Merbabu

Gunung Merapi terletak di bagian tengah dari Propinsi Jawa tengah dan berbatasan dengan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Data umum Gunung Merapi adalah sebagai berikut:

**Nama** : Gunung Merapi

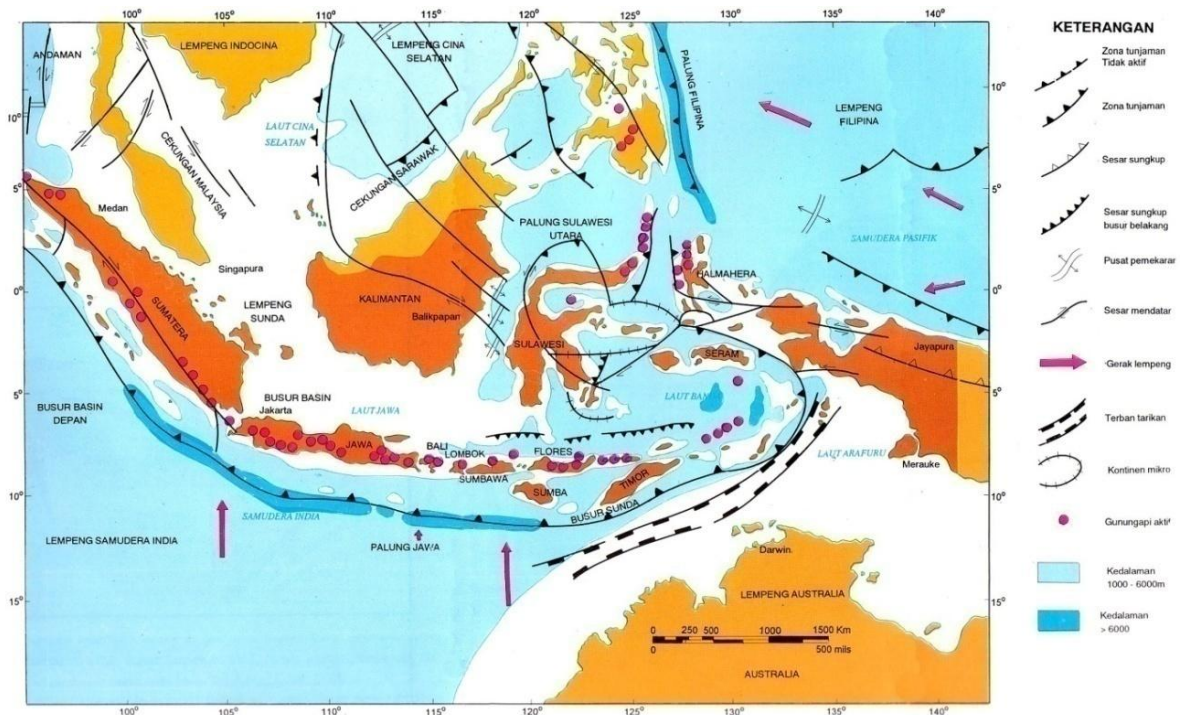
**Lokasi** : Koordinat Geografi: 7°32,5'LS dan 110°26,5' BT.

Secara administratif terletak di Kab. Sleman, DI. Yogyakarta,  
Kab. Magelang, Boyolali, Klaten, Propinsi Jawa Tengah.

**Ketinggian** : 2968 m dml (tahun 2001).

**Tipe** : Gunungapi tipe strato dengan kubah lava.

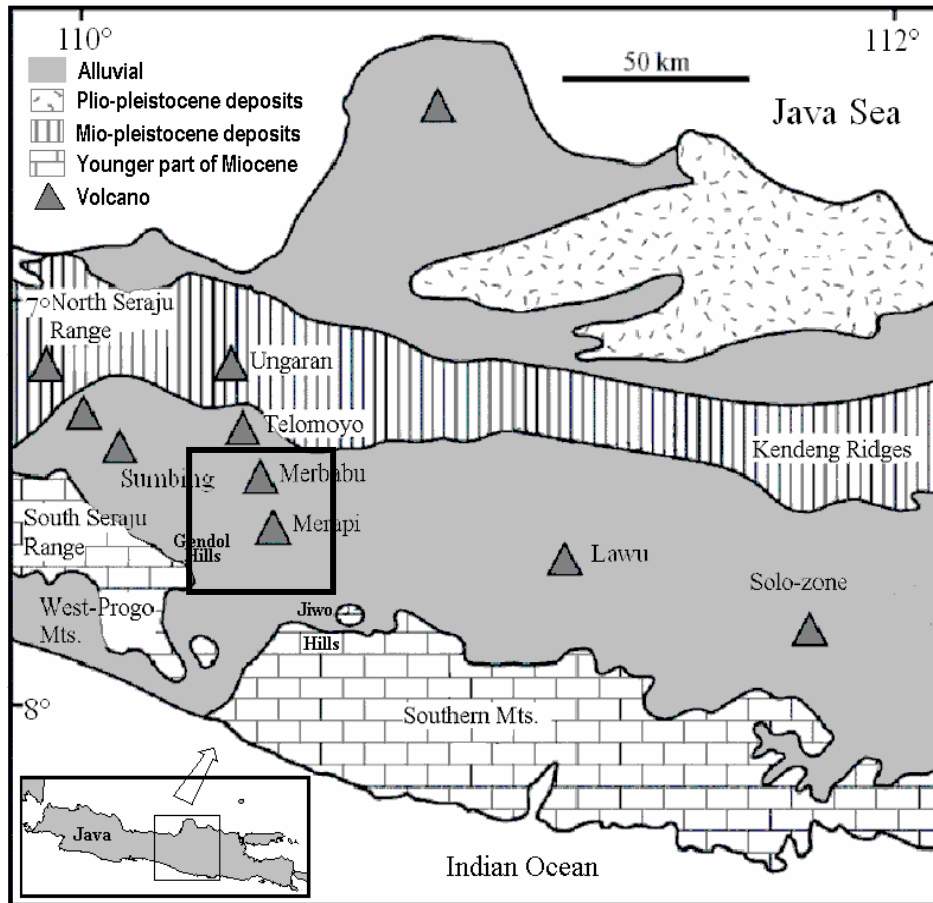
Gunung Merapi merupakan gunungapi yang paling aktif di busur gunungapi Paparan Sunda. Gunung Merapi terletak pada busur magmatik yang dibentuk oleh gerakan lempeng Indo-Australia dan menabrak lempeng Eurasia (gambar 2.1).



Gambar 2.1. Lokasi Gunung Merapi dan Merbabu yang terletak pada batas antara lempeng Eurasia dan Indo Australia.

## II.2. Fisiografi Jawa Tengah

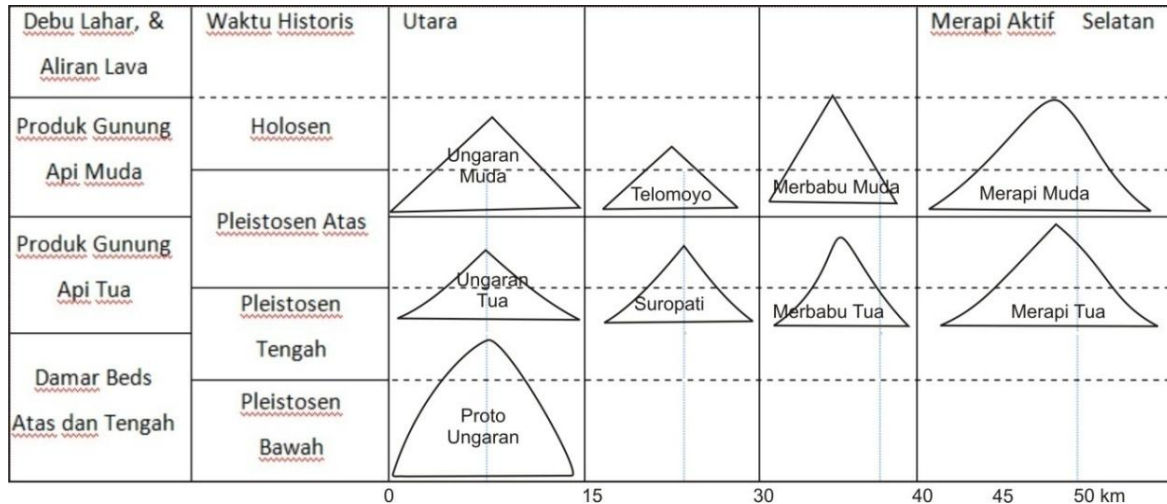
Van Bemmelen (1949) secara fisografis membagi Jawa Tengah dalam tiga zona yaitu, Zona Pegunungan Selatan, Zona Solo, dan Zona Kendeng, Gunung Merapi dan Gunung Merbabu terletak pada bagian barat Zona Solo (gambar 2.2). Zona ini secara tektonik merupakan bagian paling tinggi dari atiklinal Pulau Jawa. Secara fisografis Zona Solo merupakan sabuk deretan gunung api yang masih aktif.



Gambar 2.2. Geologi regional Jawa Tengah dan Jawa Timur menurut van Bemmelen, 1949. Kotak di tengah adalah daerah penelitian.

Deretan Gunung Merapi-Telomoyo terletak pada sebelah barat Zona Solo. Lokasinya pada sesar transversal yang cekung ke barat. Sesar ini seolah-olah memisahkan Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sesar ini berakhir pada pegunungan selatan sepanjang Kali Opak, selatan Yogyakarta, disebelah selatan dan di sebelah utara melewati Genteng sampai ke Gunung Ungaran. Tepat di atas sesar ini terdapat deretan pegunungan Ungaran, Suropati, Telomoyo, Merabu, dan Merapi membentang dari utara ke selatan. Deretan pegunungan tersusun

berdasarkan masa terbentuknya, mulai dari yang paling utara Gunung Ungaran Tua sampai ke selatan Gunung Merapi Muda (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Urutan terbentuknya gunungapi dari Gunung Ungaran s/d Merapi (van Bemmelen, 1949).

### II.3. Keadaan Geologi Gunung Merapi

Gunung Merapi terbentuk pertama kali sekitar 60.000-80.000 tahun yang lalu. Gunung Merapi terletak pada busur magmatik yang dibentuk oleh gerakan lempeng *India-Australia* ke arah Utara menunjam ke bawah lempeng *Eurasia*. Menurut Van Bemmelen (1949). Gunung Merapi tumbuh di atas titik potong antara kelurusan vulkanik Ungaran – Telomoyo - Merbabu - Merapi dan kelurusan vulkanik Lawu - Merapi - Sumbing - Sindoro – Slamet. Kelurusan vulkanik Ungaran-Merapi tersebut merupakan sesar mendatar yang berbentuk konkaf hingga sampai ke barat, dan berangsur-angsur berkembang kegiatan vulkanisnya sepanjang sesar mendatar dari arah utara ke selatan. Dapat diurut dari utara yaitu Ungaran Tua berumur Pleistosen dan berakhir di selatan yaitu di Gunung Merapi yang sangat aktif hingga saat ini. Kadang disebutkan bahwa Gunung Merapi terletak pada perpotongan dua sesar kwarter yaitu Sesar Semarang yang berorientasi utara-selatan dan Sesar Solo yang berorientasi barat-timur.

Aktivitas Gunung Merapi dimulai pada masa Pleistosen Atas (1,5 juta tahun lalu). Aktivitas bermula pada Gunung Ungaran pada masa Pleistosen Bawah (2,5 juta tahun lalu) s/d masa Pleistosen Tengah (2,0 juta tahun lalu), dan bergeser ke Gunung Suropati, Telomoyo dan Merbabu pada masa Pleistosen Tengah s/d Pleistosen Atas. Gunung Merapi merupakan gunungapi tipe basalt-andesitik dengan komposisi SiO<sub>2</sub> berkisar antara 50-58 %. Beberapa lava yang bersifat lebih basa mempunyai SiO<sub>2</sub> yang lebih rendah sampai sekitar

48%. Batuan Merapi tersusun dari plagioklas, olivin, piroksen, magnetit dan amphibol. Plagioklas merupakan mineral utama pada batuan Merapi dengan komposisi sekitar 34%.

Gunung Merapi dan Gunung Merbabu dibentuk di atas sedimen plastis laut dan merupakan gunungapi andesitik (Arsadi et. al., 1995). Secara geologi Gunung Merapi terdiri dari hasil Merapi Tua dan Merapi Muda. Produk Merapi Tua terjadi sebelum erupsi katastrofik tahun 1006 dan mendominasi lereng utara, timur dan tenggara Gunung Merapi. Sedangkan produk Merapi Muda berlangsung sesudah itu sampai dengan saat ini, dan mendominasi terutama lereng baratdaya.

Berdasarkan karakterisasi dari endapan vulkanik tersebut, Newhall dkk, 2000, membagi endapan letusan Merapi menjadi 3 jenis, yaitu Endapan Proto Merapi, Endapan Merapi Tua, dan Endapan Merapi Muda. Endapan Proto Merapi diperkirakan berumur Pleistosen dan ditemukan di Bukit Turgo dan Plawangan (sisi selatan Merapi). Endapan Merapi Tua terdiri dari lava yang dikenal dengan Lava Batulawang, berselingan dengan endapan piroklastik yang berumur  $9630 \pm 60$  BP, dapat dijumpai di Srumbung dan Cepogo. Proses pembentukan Merapi Tua berakhir dengan pelengseran endapan debris vulkanik dalam tahun 0 Masehi. Merapi Muda berlangsung sejak 1883 sampai sekarang.

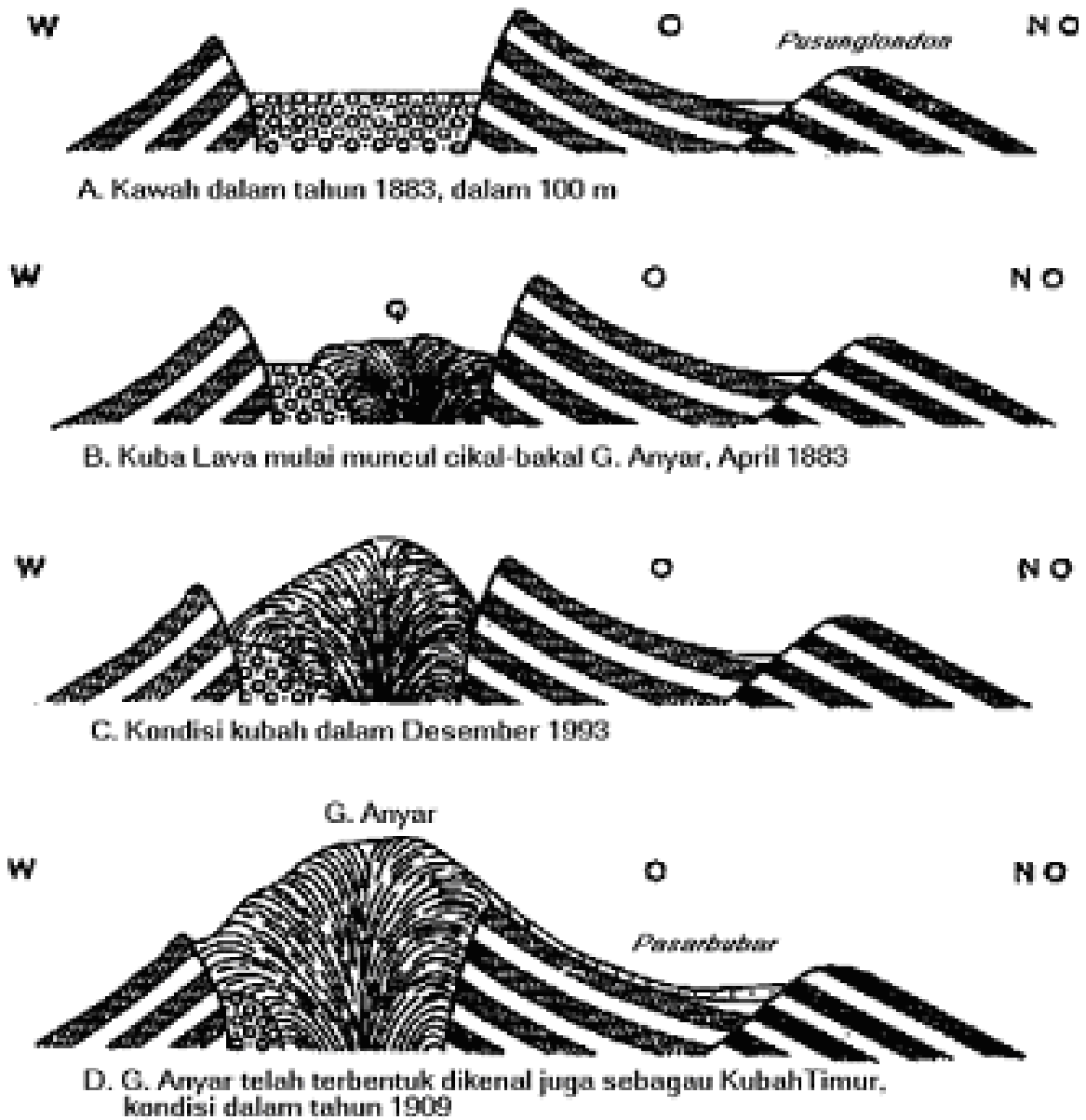
Apabila merekonstruksi kejadian letusan dan kelurusan pusat-pusat letusan selama kurun waktu 1786 – 2001, maka urutan pola pergeseran pusat letusan di kawasan puncak Merapi dapat dikelompokkan dalam tiga periode letusan berdasarkan pola pergeseran pusat letusan, masing-masing periode 1786-1823, periode 1832 – 1872, dan periode 1883 – 2001. Secara garis besar pergeseran titik letusan tersebut dimulai dari sisi barat laut pindah ke timur kemudian ke selatan dan kini kembali menempati sisi barat – baratdaya. Akibat rajinnya meletus dan pusatnya selalu berpindah-pindah tempat serta setiap akhir dari satu siklus letusan hampir selalu menghasilkan kubah, maka topografi puncak Gunung Merapi selalu berubah wajah.

Sesungguhnya tidak didapati kawah di puncak Merapi saat ini. Yang disebut-sebut sebagai Kawah Woro dan Kawah Gendol sesungguhnya adalah lapangan solfatara yang sangat aktif bersuhu antara  $500^{\circ}$  C di Lapangan Woro dan  $700^{\circ}$  C di Lapangan Gendol. Dalam tahun 1883 terdapat kawah sedalam 100 m dan secara bertahap terisi lava dan kemudian membentuk kubah dan dikenal dengan Gunung Anyar atau Kubah Timur yang menjadi puncak Gunung Merapi sekarang. Perkembangan kawah yang kemudian berkembang sebagai kawah sekarang ini dapat dilihat pada gambar 2.3.

Puncak Gunung Merapi adalah kesetimbangan antara pembentukan dan penghancuran kubah. Pada prinsipnya kubah lava yang tidak dihancurkan adalah bagian dari

kawah. Pada umumnya kubah baru yang terbentuk akan tumbuh disamping atau tidak jauh atau tepat pada posisi kubah sebelumnya (Kubah 2001 tumbuh tepat di puncak Kubah 1998).

Belum pernah terjadi lava menerobos dari arah yang berbalikan dari sebelumnya, misalnya kubah aktif tumbuh di sisi barat, maka belum pernah terjadi kubah baru tumbuh di sisi timur. Informasi tersebut sangat penting dalam mitigasi dan prediksi aktivitas Gunung Merapi berikutnya.



Gambar 2.4. Perkembangan Kawah 1883 yang terisi lava yang menjadi cikal-bakal dari Gunung Anyar puncak Gunung Merapi saat ini. (Sket Neuman van Padang, 1931 disempurnakan).

#### II.4. Keadaan Geologi Gunung Merbabu

Gunung Merbabu merupakan suatu gunungapi tipe stratovulkano yang terletak pada  $7^{\circ} 26' 38''$  S dan  $110^{\circ} 26' 38''$  E dengan elevasi 3142 m dpal (Puncak Kenteng Solo). Gunung Merbabu memiliki tiga puncak yaitu Puncak Antena (2800 m dpal), Puncak Syarif (3119 m dpal), dan Puncak Kenteng Solo (3142 m dpal). Gunung Merbabu memiliki 5 kawah yaitu Kawah Rebab, Kawah Kombang, Kawah Kendang, Kawah Candradimuko, dan Kawah Sambernyowo. Gunung Merbabu memiliki bentuk yang besar dibandingkan dengan gunung Merapi yang sangat ramping. Bagian puncak gunung Merbabu dapat dibagi menjadi tiga satuan Graben Gunung, yakni :

- a. Graben Sari dengan arah timur tenggara – barat baratlaut.
- b. Graben Guyangan dengan arah selatan baratdaya – utara timur.
- c. Graben Sipendok dengan arah barat laut – timur tenggara.

Erupsi samping gunung Merbabu banyak menghasilkan aliran lava dan aliran piroklastik, aliran lava tersebut mengalir melalui titik erupsi yang diselimuti oleh endapan piroklastika baik aliran maupun jatuhan. Titik-titik erupsi tersebut diperkirakan melalui jalur sesar dengan arah utara baratlaut – selatan tenggara serta melalui daerah puncak. Penelitian yang dilakukan oleh Neuman van Padang 1951, telah menemukan bahwa gunung Merbabu telah mengeluarkan basalt olivin augit, andesit augit dan andesit hornblende hiperstein augi.

Gunung Merbabu terbentuk pada batuan dasar hasil endapan laut yang belum mengalami kompaksi. Berdasarkan hasil analisa petrografi di Gunung Merbabu dijumpai adanya Aquitw Olivine Basalt, Auquite Andesite, dan Auquite Hypersthene Hornblende Andesite. Seperti halnya dengan Gunung Merapi, proses pembentukan dari Gunung Merbabu juga dibagi menjadi dua bagian yaitu Merbabu Tua dan Merbabu Muda. Merbabu Tua terbentuk pada akhir Pleistosen tengah sampai Pleistosen Atas. Hasil erupsinya membentuk formasi breksi notopuro. Generasi Merbabu Muda terbentuk pada akhir Pleistosen atas sampai Holosen.

Batuan penyusun Gunung Merbabu secara umum terdiri atas endapan piroklastika dan leleran lava. Pada lereng-lereng Gunung Merbabu ditemukan leleran lava andesitis dan basaltis, terdapat juga endapan pasir yang masih segar dan mudah lepas. Verbeek (1986) menemukan aliran lava basaltis pada sungai-sungai kecil di gunung Merbabu. Berdasarkan penelitian Neuman Van Padang (1951) batuan penyusun Merbabu terdiri atas basalt (tersusun dari mineral olivinaugit), andesit dengan mineral augit, serta andesit dengan mineral hornblenhipersten-augit.

## II.5. Penelitian Geofisika Gunung Merapi dan Merbabu

Penelitian geofisika terhadap Gunung Merapi sudah cukup banyak dilakukan. Berdasarkan interpretasi data gravitasi yang dilakukan oleh Untung dan Sato (1978) diperoleh kesimpulan bahwa Gunung Merapi terletak pada kelurusan hampir barat-timur. Kelurusan ini diapit oleh kelurusan yang mempunyai arah timur-barat daya pada sisi barat dan timur Gunung Merapi.

Penelitian geofisika secara garis besar dibagi menjadi 2, yaitu: penelitian terhadap kondisi dinamis dan terhadap kondisi statis atau bentuk struktur bawah permukaan Gunung Merapi. Penelitian kondisi dinamis dilakukan sebagian besar dengan metode seismik. *Kirbani (1990)* menunjukkan bahwa pada dinamika fluida magma di Gunung Merapi mempunyai beberapa macam pola, yaitu : minopol, dipol dan quadrupol. Di dalam pipa saluran dan kantong magma, magma dimungkinkan mempunyai viskositas yang rendah, sedangkan pada permukaan viskositas magma yang tinggi ditunjukkan dalam bentuk kubah lava (*Kirbani., 1990; Fadeli, 1990*). Keberadaan kantong magma di Gunung Merapi juga menunjukkan hal yang menarik, yaitu ditemukan adanya 2 kantong magma. Kantong magma dangkal ditemukan pada kedalaman sekitar 1 km dengan volume  $0,6 \text{ km}^3$  (*Kirbani et al, 1988*), sedangkan dari pipa penghubung dengan panjang sekitar 1,4 s/d 1,8 km (*Imam, 1993*), maka kantong magma dalam terletak pada kedalaman sekitar 3,5 s/d 4 km (gambar 2.4)

Keberadaan kantong magma dalam ini kemungkinan dapat dihubungkan dengan hasil penyelidikan dengan metode lain. Struktur bawah permukaan yang diselidiki dengan metode geomagnetik dan gravitasi, menunjukkan adanya anomali benda dengan densitas lebih besar dan suseptibilitas lebih rendah dari batuan sekelilingnya di bawah Gunung Merapi pada kedalaman sekitar 3 km (*Gunawan, 1985; Wahyudi, 1986; Aziz, 1986*). Dari hasil interpretasi data geomagnet di daerah Gunung Merbabu didapatkan sumber anomali magnetik Gunung Merbabu yang lebih dalam (*Situmorang, 1989*). Hal ini dapat digunakan untuk alasan adanya perbedaan aktivitas antara kedua gunung tersebut. Penelitian dengan AMT (Audio Magneto Tellurik) menunjukkan adanya daerah dengan harga tahanan jenis yang rendah yang dapat dihubungkan dengan keberadaan kantong magma di Gunung Merapi (*Budi E.N, 1991*).

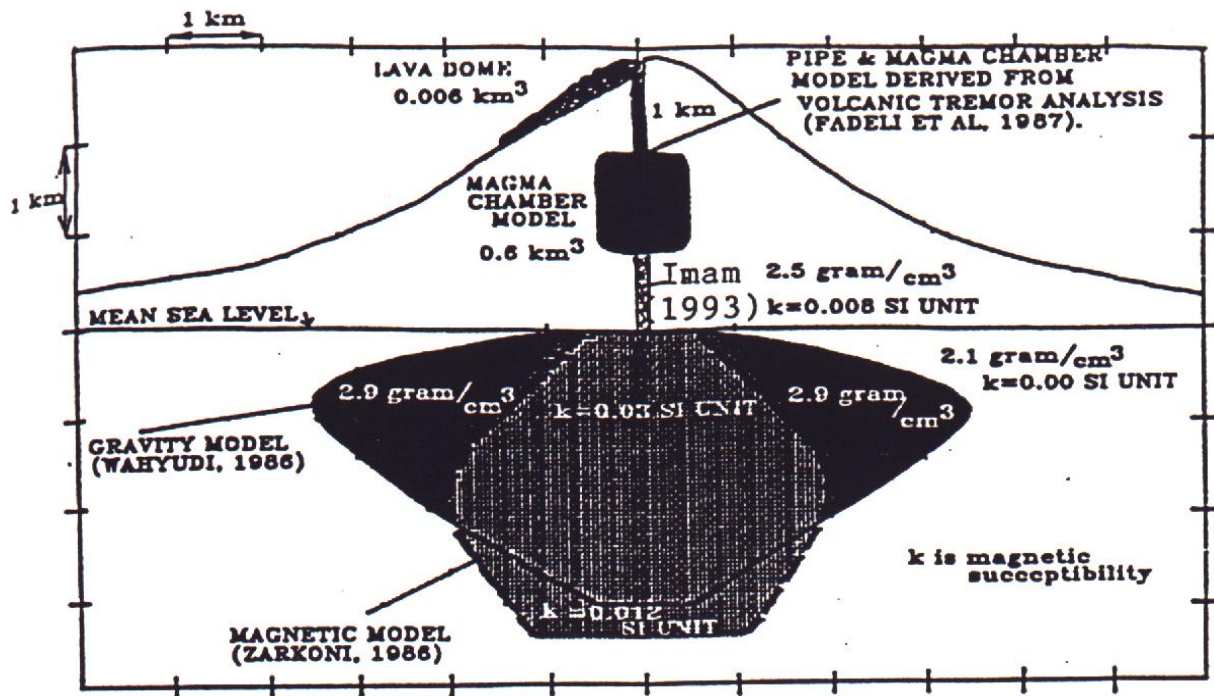
Imam, 2011, membuat model bawah permukaan di bawah gunung Merapi dan Merbabu berdasarkan data gravitasi. Model ini terdiri dari 5 perlapisan batuan, yaitu: piroklastik hasil aktivitas gunung Merapi dan Merbabu, di bawahnya terdapat lapisan dengan densitas  $2,40 \text{ gr/cc.}$  yang diinterpretasi sebagai lapisan produk aktivitas gunung Merapi dan Merbabu, tetapi lebih tua, di bawah kedua lapisan tersebut terdapat batuan dengan densitas  $2,60 \text{ gr/cc.}$  sebagai kantong magma di bawah puncak gunung Merapi dan Merbabu, lapisan



ke empat, batuan dengan densitas 2,80 gr/cc sebagai *basement* bagi batuan yang lain, dan paling bawah adalah lapisan batuan dengan densitas 3,00 gr/cc, terletak pada kedalaman 11 km di bawah msl.

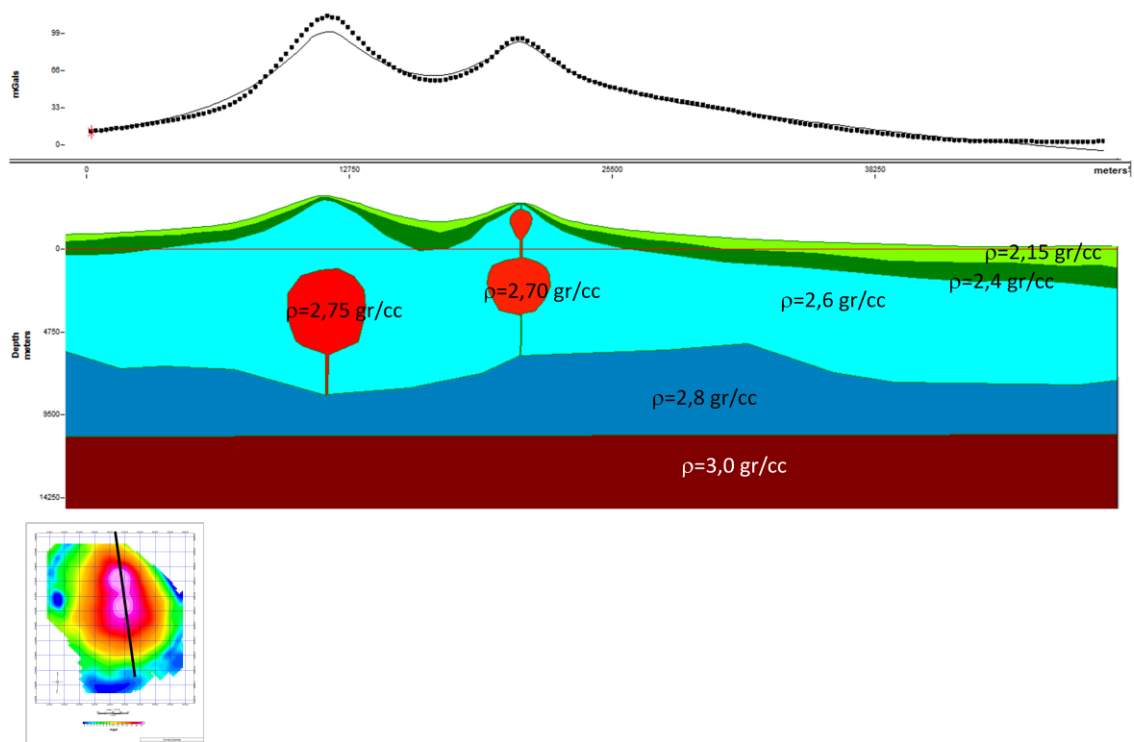
Selain kelima lapisan batuan tersebut, terdapat model kantong magma di bawah gunung Merbabu dan Merapi. Kantong magma gunung Merbabu mempunyai kedalaman 4,5 km di bawah puncak dengan densitas 2,75 gr/cc. Sedangkan di bawah Merapi terdapat 2 kantong magma, dengan kantong magma atas pada kedalaman 500 meter di bawah puncak, dan kantong magma bawah pada kedalaman 3,2 km di bawah puncak. Densitas kantong magma di bawah Merapi adalah 2,70 gr/cc.

Densitas batuan kantong magma di bawah gunung Merbabu lebih besar dibandingkan dengan kantong magma di bawah gunung Merapi. Demikian juga dengan kedalaman kantong magma. Kedua hal ini dapat menjadi jawaban atas pertanyaan mengapa gunung Merbabu lebih diam dibandingkan dengan gunung Merapi, walaupun kedua gunung terletak berdekatan.



Gambar 2.5. Hasil interpretasi bawah permukaan Gunung Merapi dari beberapa macam metode. Pada kedalaman 1 km terdapat kantong magma dangkal dan saluran di bawahnya yang menghubungkan dengan kantong magma yang lebih dalam (after Imam et al, 1993).

Gambar 2.6 memperlihatkan penampang vertikal dari arah utara ke selatan yang memperlihatkan model kantong magma gunung Merapi dan Merbabu.



Gambar 2.6. Model bawah permukaan penampang utara-selatan hasil analisis data anomali gravitasi (Imam, 2011).

## BAB III DASAR TEORI

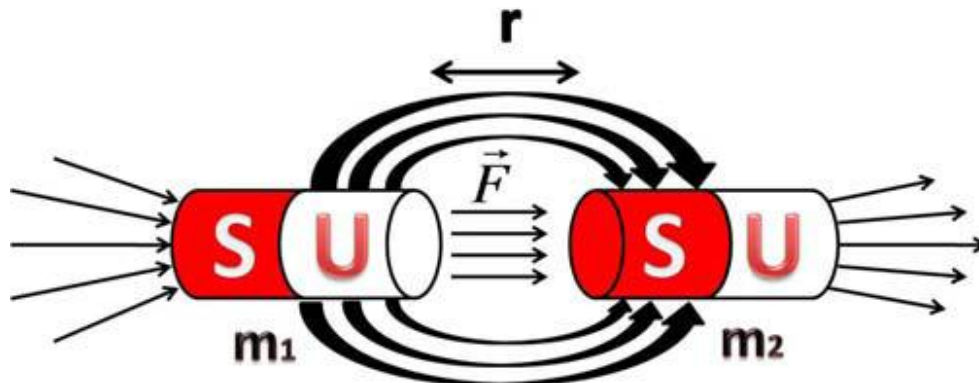
### III.1. Teori Dasar Magnetik

#### III.1.1 Gaya Magnetik

Dasar dari metode magnetik adalah gaya Coulomb antara dua kutub magnetik  $m_1$  dan  $m_2$  (e.m.u) yang berjarak  $r$  (cm) (gambar 3.1) dalam bentuk :

$$\mathbf{F} = \frac{m_1 m_2}{\mu_o r^3} \mathbf{r} \quad (\text{dyne}) \quad (3.1)$$

Dengan  $\mathbf{F}$  adalah gaya yang bekerja diantara dua kutub magnet  $m_1$  dan  $m_2$ ,  $\mathbf{r}$  adalah vektor jarak antara dua kutub magnet, dan  $\mu_o$  adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa, tidak berdimensi dan berharga satu (Telford dkk, 1990).



Gambar 3.1. Gaya Coulomb antara dua kutub magnet.

#### III.1.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet  $\mathbf{H}$  pada suatu titik yang berjarak  $r$  dari  $m_1$  didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet, dapat dituliskan sebagai :

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{F}}{m_2} = \frac{m_1}{\mu_o r^3} \mathbf{r} \quad (\text{oersted}) \quad (3.2)$$

#### III.1.3 Momen Magnetik

Bila dua buah kutub magnet  $m_1$  dan  $m_2$ , masing-masing berlawanan dan mempunyai kuat kutub magnet  $+p$  dan  $-p$ , keduanya terletak dalam jarak  $l$ , maka momen magnetik  $\mathbf{M}$  dapat dituliskan sebagai:

$$\mathbf{M} = p \int \mathbf{r}_1 = M \mathbf{r}_1 \quad (3.3)$$

dengan  $\mathbf{M}$  adalah vektor dalam arah unit vektor  $\mathbf{r}_1$  dari kutub negatif ke kutub positif.

### III.1.4 Intensitas Kemagnetan

Benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan dari sejumlah momen-momen magnetik. Bila benda magnetik tersebut diletakkan dalam medan luar, benda tersebut menjadi termagnetisasi karena induksi. Oleh karena itu intensitas kemagnetan  $\mathbf{I}$  adalah tingkat kemampuan menyearahnya momen-momen magnetik dalam medan magnet luar, atau didefinisikan sebagai momen magnet ( $\mathbf{M}$ ) persatuan volume ( $V$ ). Sehingga dapat ditulis sebagai:

$$\mathbf{I} = \mathbf{M} / V \quad (3.4)$$

### III.1.5 Suseptibilitas Kemagnetan

Tingkat suatu benda magnetik untuk mampu dimagnetisasi ditentukan oleh suseptibilitas kemagnetan atau  $k$ , yang dituliskan sebagai :

$$\mathbf{I} = k \mathbf{H} \quad (3.5)$$

dengan,  $\mathbf{I}$  : Intensitas kemagnetan  
 $k$  : Suseptibilitas magnetik  
 $\mathbf{H}$  : Kuat medan magnetik

Di dalam sistem cgs dan SI, konstanta  $k$  tidak berdimensi, tetapi berbeda nilainya sebesar  $4\pi$  kalinya dari suseptibilitas dalam SI, dan dapat dinyatakan dengan persamaan (Telford, dkk, 1990) :

$$K_{si} = 4\pi k_{emu} \quad (3.6)$$

Benda magnetik yang berada di dalam medan magnetik bumi akan terinduksi yang besarnya bergantung pada suseptibilitas magnetiknya. Besaran yang tidak berdimensi ini merupakan parameter dasar yang dipergunakan dalam metode magnetik. Harga  $k$  pada batuan semakin besar apabila dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik.

Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, material-material magnetik dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, yang meliputi :

#### a. Diamagnetik

Diamagnetik adalah benda magnetik yang mempunyai nilai suseptibilitas kecil dan negatif (Tipler, 1996), sehingga magnetisasi yang diinduksikan di dalam bahan

oleh medan magnetik bumi menghasilkan arah yang berlawanan terhadapnya. Beberapa bahan diamagnetik yang paling kuat adalah logam bismuth dan molekul organik seperti benzena.

b. Ferromagnetik

Ferromagnetik adalah benda magnetik yang mempunyai nilai susceptibilitas positif dan besar (Tipler, 1996). Bahan ferromagnetik dapat diklasifikasikan menjadi :

- Ferromagnetik yaitu benda magnetik yang mempunyai orientasi atom-atom sebagian berlawanan arah seperti : magnetite, titanomagnetite, ilminite.
- Anti Ferromagnetik yaitu benda magnetik yang mempunyai orientasi atom-atom terbagi dua berlawanan arah sehingga momen magnetik totalnya mendekati nol seperti hematite.
- Truly ferromagnetik yaitu benda magnetik yang mempunyai orientasi atom-atom dalam material sama seperti besi, cobalt, nikel.

c. Paramagnetik

Paramagnetik adalah benda yang mempunyai nilai susceptibilitas sangat kecil dan positif (Tipler, 1996), seperti gneiss, pegmatit, dolomit, syenite.

### III.1.6 Induksi Magnetik

Bila benda magnetik diletakkan dalam medan magnet luar  $\mathbf{H}$ , kutub-kutub internalnya akan meyearahkan diri dengan  $\mathbf{H}$  dan terbentuk suatu medan magnet baru, yaitu:

$$\mathbf{H}' = 4\pi \mathbf{H} \quad (3.7)$$

Medan magnet totalnya disebut dengan induksi magnet  $\mathbf{B}$  dan dituliskan sebagai :

$$\mathbf{B} = \mathbf{H} + \mathbf{H}' \quad (3.8)$$

Subtitusikan persamaan (3.5) ke (3.7) dan kemudian di bawa ke persamaan (3.8), akan diperoleh persamaan baru yaitu :

$$\mathbf{B} = \mathbf{H} + 4\pi k \mathbf{H} = (1 + 4\pi k) \mathbf{H} \quad (3.9)$$

dengan  $1 + 4\pi k$  dan disebut sebagai permeabilitas relatif dari suatu benda magnetik.

Satuan  $\mathbf{B}$  dalam *emu* adalah gauss, sedangkan dalam geofisika eksplorasi dipakai satuan gamma (g), dengan  $1 \text{ g} = 10^{-5} \text{ gauss} = 1 \text{ nT}$ .

### III.1.7 Potensial Magnetostatik

Potensial magnetostatik didefinisikan sebagai tenaga yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan kutub magnet dari titik tak-terhingga ke suatu titik tertentu dan dapat dituliskan sebagai :

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = - \int_{\infty}^r \mathbf{H}(\mathbf{r}) \cdot d\mathbf{r} \quad (3.10)$$

Untuk benda tiga dimensi, material didalamnya memberikan sumbangan momen magnetik persatuan volume  $\mathbf{M}(\mathbf{r})$ . Jadi potensialnya merupakan hasil integral sumbangan momen dwikutub persatuan volume dan dapat dituliskan sebagai :

$$\begin{aligned} \mathbf{A}(\mathbf{r}_0) &= - \int_v \mathbf{M}(\mathbf{r}) \cdot \nabla \frac{1}{\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}} dV \\ &= - M \frac{\partial}{\partial \alpha} \int_v \frac{1}{\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}} dV \end{aligned} \quad (3.11)$$

Medan magnet benda sebagai penyebab timbulnya anomali dapat dituliskan sebagai :

$$\mathbf{H}(\mathbf{r}_0) = \nabla \int_v \mathbf{M}(\mathbf{r}) \cdot \nabla \frac{1}{\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}} dV \quad (3.12)$$

### III.2. Medan Magnet Bumi

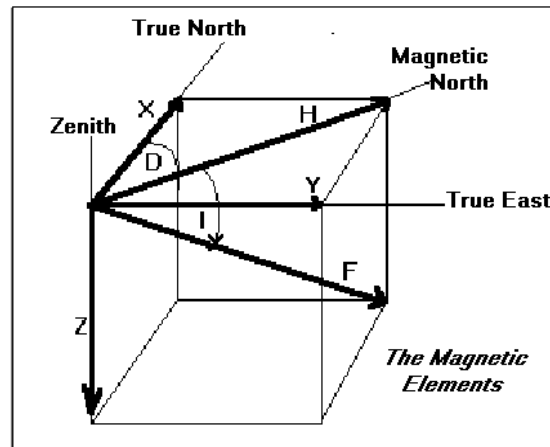
Bumi berlaku seperti sebuah magnet sferis yang sangat besar dengan suatu medan magnet yang mengelilinginya. Medan itu dihasilkan oleh suatu dipole magnet yang terletak pada pusat bumi. Sumbu dipole ini bergeser sekitar  $11^\circ$  dari sumbu rotasi bumi, yang berarti kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub selatan magnetik bumi. Menurut *IGRF* (2000), melalui perhitungan posisi simetris dimana *dipole* magnetik memotong permukaan bumi, letak kutub utara magnet bumi adalah 79,3 N, 71,5 W dan 79,3 S, 108,5 E untuk kutub selatan.

Gambar 3.2 menggambarkan medan magnet bumi yang terkarakterisasi oleh parameter fisis yang dapat diukur yaitu arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis itu adalah deklinasi magnetik ( $D$ ), intensitas horisontal ( $H_H$ ) dan intensitas vertikal ( $H_Z$ ). Dari elemen-elemen ini, semua parameter medan magnet lainnya dapat dihitung. Parameter yang menggambarkan arah medan magnetik adalah deklinasi  $D$  (sudut antara utara magnetik dan utara geografis) dan inklinasi  $I$  (sudut antara bidang horisontal dan vektor medan total), yang besarnya adalah :

$$I = \arctan \frac{H_Z}{\sqrt{H_x^2 + H_y^2}} \quad (3.13)$$

Intensitas medan magnetik total ( $F$ ) digambarkan dengan komponen horisontal ( $H$ ), komponen vertikal  $Z$  dan komponen horisontal kearah utara  $X$  dan kearah timur  $Y$ . Intensitas medan magnetik bumi secara kasar antara 25.000 – 65.000 nT. Untuk Indonesia, wilayah

yang terletak di utara ekuator mempunyai intensitas sekitar 40.000 nT, sedangkan yang di selatan ekuator sekitar 45.000 nT.



Gambar 3.2. Elemen magnetik bumi.

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu sehingga untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standard nilai yang disebut dengan *International Geomagnetics Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui tiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai *IGRF* tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km yang dilakukan dalam waktu satu tahun.

Medan magnet bumi terdiri dari tiga bagian, yaitu :

a. Medan utama (*Main field*)

Pengaruh medan utama magnet bumi  $\pm 99\%$  dan variasinya terhadap waktu sangat lambat dan kecil.

b. Medan luar (*external field*)

Pengaruh medan luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionisasi di atmosfer, maka perubahan medan ini terhadap waktu jauh lebih cepat. Beberapa sumber medan luar antara lain :

- Perubahan konduktivitas listrik lapisan atmosfer dengan siklus 11 tahun.
- Variasi harian dengan periode 24 jam yang berhubungan dengan pasang surut matahari dan mempunyai jangkau 30 nT.
- Variasi harian dengan periode 25 jam yang berhubungan dengan pasang surut bulan dan mempunyai jangkau 2 nT.
- Badai magnetik yang bersifat acak dengan jangkau mencapai 1000 nT.

➤ Variasi sekuler

Variasi ini ditimbulkan oleh factor internal bumi. Periodeanya sangat besar dalam orde puluhan tahun hingga ratusan tahun dan tidak dapat diperkirakan. Variasi sekuler diakibatkan adanya perpindahan kutub-kutub magnet bumi sebesar  $0.1^\circ$  ke arah barat, di sekitar garis katulistiwa kira-kira 6 km/tahun. Karena perubahannya sangat lambat, sehingga sering diabaikan.

c. Anomali Medan Magnetik

Variasi medan magnetik yang terukur di permukaan merupakan target dari survey magnetik (anomali magnetik). Besarnya anomali magnetik berkisar ratusan sampai dengan ribuan nano-tesla, tetapi ada juga yang lebih besar dari 100.000 nT yang berupa endapan magnetik. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnet induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar pada magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetnya serta sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetism* yang merupakan akibat dari magnetisasi medan utama.

Anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan dari keduanya, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomali nya bertambah besar, demikian pula sebaliknya. Dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnet kurang dari 25 % medan magnet utama bumi (Telford dkk, 1990).

Adanya anomali magnetik menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai :

$$\mathbf{H}_T = \mathbf{H}_M + \mathbf{H}_A \quad (3.14)$$

dengan,  $\mathbf{H}_T$  = medan magnetik total bumi

$\mathbf{H}_M$  = medan magnetik utama bumi

$\mathbf{H}_A$  = medan anomali magnetik

Jika  $\mathbf{H}_T$  menggambarkan medan magnet terukur pada suatu titik yang sudah terkoreksi harian dan  $\mathbf{H}_M$  adalah medan magnet utama pada titik yang sama seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.3, maka anomaly medan magnet total diberikan oleh :

$$\Delta T = |\mathbf{H}_T| + |\mathbf{H}_M| \quad (3.15)$$

$$\Delta T = |\mathbf{H}_M + \mathbf{H}_A| - |\mathbf{H}_M| \quad (3.16)$$

$$\neq |\mathbf{H}_A|$$



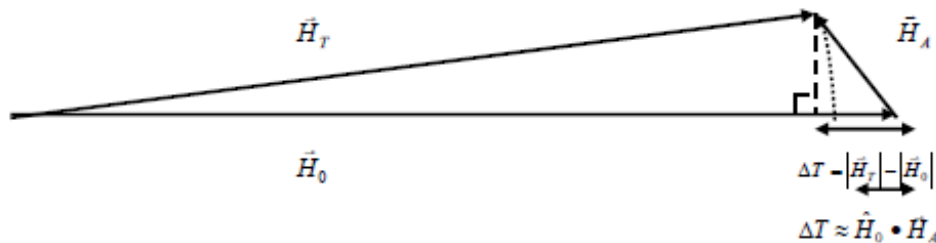
Untuk  $|\mathbf{H}_M| \gg |\mathbf{H}_A|$  dapat dipakai pendekatan

$$\begin{aligned} \Delta T &\approx |\mathbf{H}_M + \mathbf{H}_A| - |\mathbf{H}_M| \\ &\approx (\mathbf{H}_M \cdot \mathbf{H}_M + 2\mathbf{H}_M \cdot \mathbf{H}_A)^{0.5} - |\mathbf{H}_M| \\ &\approx (\mathbf{H}_M \cdot \mathbf{H}_A) / |\mathbf{H}_M| \\ &\approx \mathbf{H}_M \cdot \mathbf{H}_A \end{aligned} \quad (3.17)$$

Maka besaran anomaly medan magnetik total adalah :

$$\Delta T \approx \mathbf{H}_M \cdot \mathbf{H}_A \quad (3.18)$$

Dengan demikian  $\Delta T$  adalah proyeksi anomaly medan magnet total pada medan magnet utama bumi.



Gambar 3.3. Penggambaran vector anomaly medan magnetic total (Blakely, 1995).

### III.3. Transformasi Medan Magnetik

#### III.3.1. Kontinuasi ke Atas

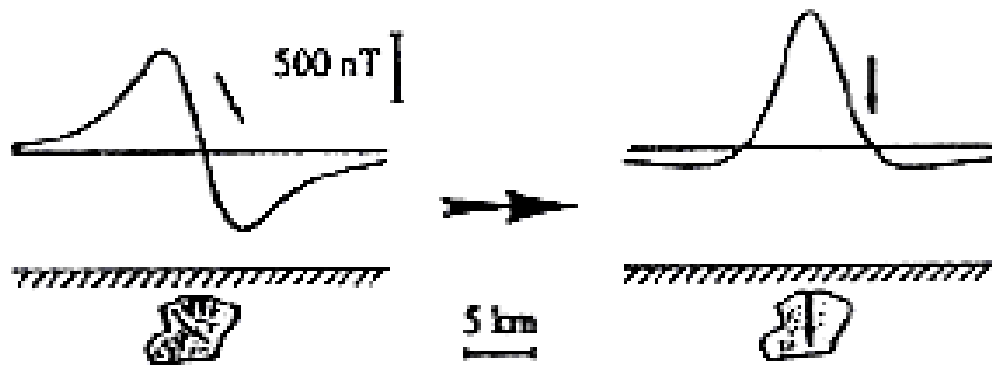
Tujuan dari dilakukannya kontinuasi ke atas adalah untuk mentransformasi medan potensial yang diukur di permukaan tertentu ke medan potensial pada permukaan lainnya yang lebih jauh dari sumber. Hal ini sesuai dengan prinsip kontinuasi ke atas bahwa suatu medan potensial dapat dihitung pada setiap titik di dalam suatu daerah berdasarkan sifat medan pada permukaan yang melingkupi daerah tersebut.

$$H(x, y, z_0 - \Delta z) = \frac{\Delta z}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{H(x', y', z_0)}{[(x-x')^2 + (y-y')^2 + \Delta z^2]^{3/2}} dx' dy', \Delta z > 0 \quad (3.19)$$

Persamaan (3.19) disebut intergral kontinuasi ke atas, yang menunjukkan cara bagaimana menghitung nilai dari sebuah medan potensial pada sembarang titik bidang atas bidang horizontal dari suatu medan di permukaan.

#### III.3.2. Reduksi ke Kutub Magnet Bumi

Baranov dan Naudy (1964) telah mengembangkan metode transformasi reduksi ke kutub untuk menyederhanakan interpretasi data medan magnetik pada daerah – daerah berlintang rendah dan menengah.



Gambar 3.4. Anomali Magnetik dan anomaly hasil reduksi ke kutub (Blakely, 1995).

Metode reduksi ke kutub magnetic bumi dapat mengurangi salah satu tahap yang rumit saat interpretasi data magnetik. Hal ini dikarenakan anomaly medan magnetik menunjukkan langsung bendanya, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.4. Proses transformasi reduksi ke kutub dilakukan dengan mengubah arah magnetisasi dan medan utama dalam arah vertikal.

$$F[\Delta T_r] = F(\Psi_r)F[\Delta T] \quad (3.20)$$

$$F(\Psi_r) = \frac{1}{\Theta_m \Theta_f} = \frac{|K|^2}{a_1 K_x^2 + a_2 K_y^2 + a_3 K_x K_y + i|K|(b_1 K_x + b_2 K_y)} \quad (3.21)$$

Dengan  $|K| \neq 0$  dan

$$\begin{aligned} a_1 &= m_z \widehat{f_z} - m_x \widehat{f_x} & a_2 &= m_z \widehat{f_z} - m_y \widehat{f_y} & a_3 &= m_y \widehat{f_x} - m_x \widehat{f_y} \\ b_1 &= \widehat{m_x} \widehat{f_z} - m_z \widehat{f_x} & b_2 &= \widehat{m_y} \widehat{f_z} - m_z \widehat{f_x} \end{aligned}$$

$F(\Psi_r)$  adalah Transformasi Fourier reduksi ke kutub.  $F[\Delta T_r]$  adalah Transformasi Fourier anomaly medan magnet yang diukur.  $F[\Delta T]$  adalah Transformasi Fourier anomaly medan magnet yang diakibatkan oleh magnetisasi sumbernya.  $K$  adalah bilangan gelombang (*wavenumber*).  $\Theta_m$  adalah fungsi kompleks magnetisasinya.  $\Theta_f$  adalah fungsi kompleks medan magnet utama.  $m_{(x,y,z)}$  adalah vector dalam arah magnetisasi  $(x,y,z)$ , dan  $\widehat{f}_{(x,y,z)}$  adalah vector satuan dalam arah medan utama  $(x,y,z)$ .

Persamaan (3.21) mentransformasikan anomaly medan magnet total yang diukur pada suatu lokasi dengan arah medan magnet utama tertentu menjadi bentuk anomaly yang berbeda. Perubahan bentuk anomaly terjadi karena perubahan arah vector magnetisasi dan medan magnet utama, meskipun anomaly tersebut masih disebabkan oleh distribusi magnetisasi yang sama.

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### IV.1 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran medan magnetik bumi pada antara lain (gambar 4.1):

1. PPM (*Proton Precession Magnetometer*) tipe Geometrics model G-856, yang dilengkapi sensor, tongkat, dan baterai kering,
2. GPS tipe Navigasi.

Peralatan penunjang yang digunakan antara lain :

1. Kompas geologi, digunakan untuk mengetahui arah utara sebagai orientasi
2. Peta topografi, digunakan untuk menentukan titik-titik pengukuran.
3. Peta geologi, digunakan untuk mengetahui struktur geologi serta penyebaran jenis batuan di daerah penelitian.
4. Jam tangan, untuk mengetahui waktu pengambilan data.
5. Buku log, digunakan untuk mencatat nilai intensitas medan magnetik total, hari, tanggal, jam, kondisi cuaca dan lingkungan saat pengambilan data.
6. 1 unit komputer yang dilengkapi dengan *software* Microsoft Excel, Surfer, Magpick dan *Geosoft*, sebagai *software* pengolah data.



Gambar 4.1. PPM, Kompas, GPS.

## IV.2. Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dicatat dalam survei geomagnetik antara lain :

1. Waktu meliputi hari, tanggal, jam.
2. Data geomagnetik:
  - a. Medan Total: minimal lima kali pengukuran pada tiap stasiun pengukuran untuk mengurangi gangguan lokal (noise).
  - b. Variasi harian.
  - c. Medan utama bumi (IGRF).
3. Posisi stasiun pengukuran.
4. Kondisi cuaca dan topografi lapangan.

Pengumpulan data bergantung pada target dan kondisi lapangan. Pengukuran dengan target lokal biasanya dilakukan untuk daerah survei yang tidak terlalu luas, dengan spasi 50 – 500 meter, sedang untuk target regional mencakup daerah yang lebih luas dengan spasi 1 – 5 km. Data yang terukur yaitu intensitas medan magnet total, waktu, dan tanggal pengukuran. Alat ini juga dilengkapi oleh sensor noise yang akan berbunyi apabila di titik pengukuran banyak terdapat gangguan seperti, jaringan listrik, pipa besi dll. Pengukuran di daerah gunungapi, di puncak dan tubuh gunung dilakukan dengan spasi 0,5 km atau sekitar 25-30 menit perjalanan (kaki), sedangkan pada kaki gunung dan sekitarnya spasinya 1-2 km. Variasi harian diukur dengan menggunakan *Base station PPM*.

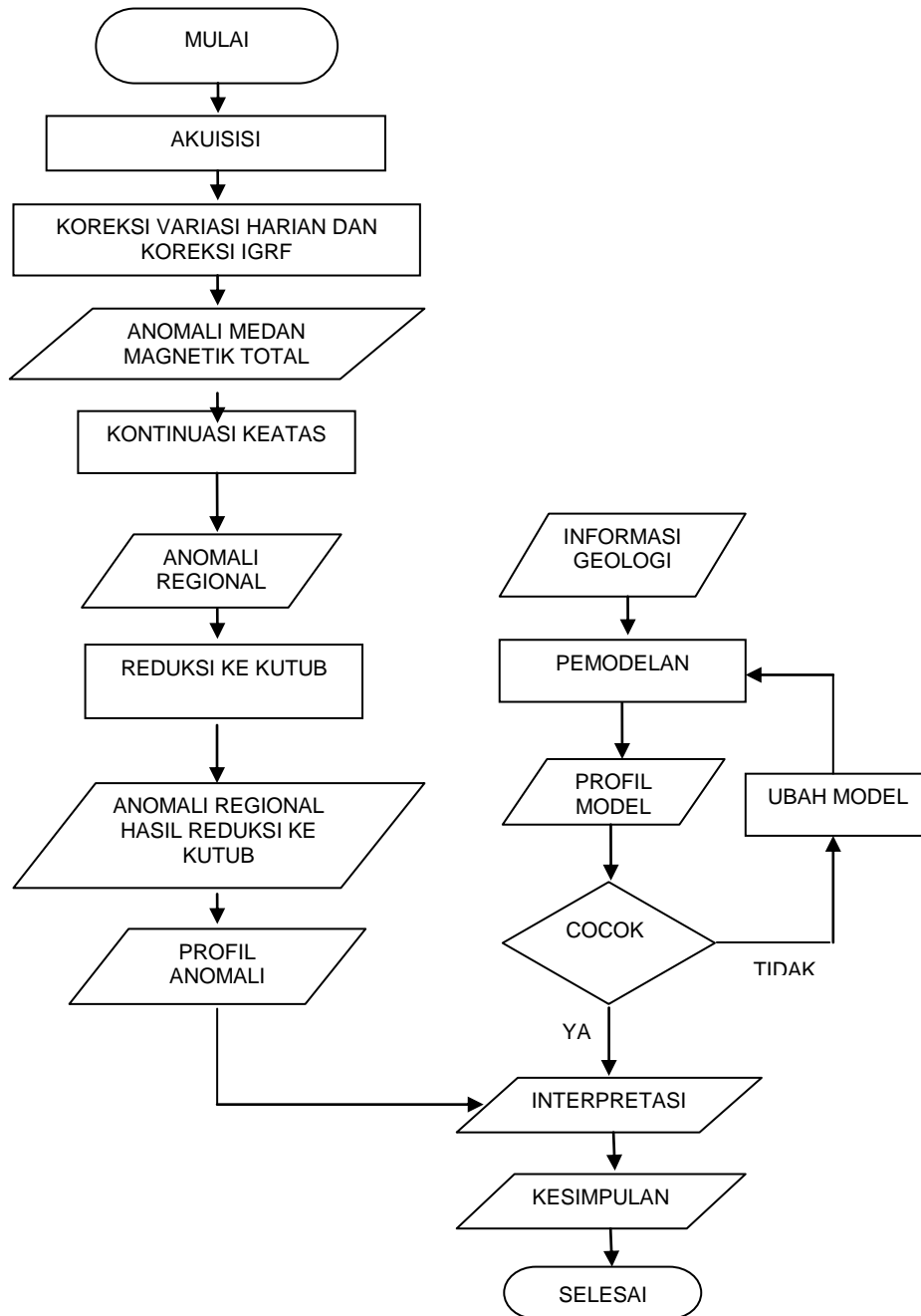
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran medan magnet bumi dengan spasi rata-rata 2 km, dengan persebaran random. Hal ini dikarenakan luas area yang cukup luas dengan medan yang relatif berat sehingga pengukuran lebih banyak dilakukan di pinggir jalan.

## IV.3 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data anomali geomagnetik secara garis besar ditunjukkan pada diagram alir sebagai berikut:

Dari pengukuran di lapangan, diperoleh data intensitas medan magnet total atau vertikal dan horizontal, yaitu dari pengukuran PPM. Data-data tersebut merupakan harga terbaik dari lima kali pengukuran di setiap titik pengukuran. Dengan mengoreksi dengan medan magnet utama bumi (untuk P. Jawa diasumsikan besarnya 45.300 nT) atau dapat menggunakan model yang dikeluarkan oleh IGRF pada *epoch* yang bersangkutan, maka dapat diperoleh data anomali medan geomagnet bumi pada daerah survei. Selanjutnya data anomali ini diolah (misalnya dengan filtering) untuk dilakukan penafsiran (interpretasi data)

misalnya dengan pemodelan untuk mendapatkan struktur batuan di bawah permukaan bumi. Langkah-langkah dalam pengolahan data medan magnet total ditunjukkan oleh gambar 4.2.



Gambar 4.2. Diagram alir pengolahan data magnetik.

#### IV.3.1. Koreksi IGRF dan Variasi Harian

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan merupakan data medan magnet total yang masih dipengaruhi oleh medan magnet utama bumi (IGRF) dan medan

magnet luar. Untuk memperoleh anomali medan magnet total, maka pengaruh-pengaruh tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu, yaitu dengan melakukan koreksi nilai intensitas medan magnet utama bumi (IGRF) dan koreksi variasi harian. Koreksi variasi harian dilakukan dengan cara mengurangi atau menambahkan data variasi harian, dimana untuk variasi harian yang bernilai positif dilakukan operasi pengurangan begitu juga berlaku sebaliknya.

#### **IV.3.2. Kontinuasi ke Atas**

Kontinuasi ke atas dilakukan dengan mengolah data medan magnet total menggunakan *software* Magpick. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lokal yang berasal dari sumber-sumber di permukaan, dan memperjelas pengaruh anomali regional. Semakin tinggi kontinuasi data, maka informasi lokal semakin hilang, dan informasi regional semakin jelas.

#### **IV.3.3. Reduksi Ke Kutub**

Data anomali medan magnet total hasil kontinuasi kemudian direduksi ke kutub dengan menggunakan *software* MagPick. Hal ini bertujuan agar anomali medan magnet maksimum terletak tepat di atas tubuh benda penyebab anomali (anomali bersifat monopole), sehingga dapat memudahkan dalam proses interpretasi.

#### **IV.4 Metode Interpretasi**

Penafsiran data dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Untuk pengukuran secara kualitatif, analisis dilakukan pada peta kontur anomali medan magnet total dan vertikal. Hasil yang diperoleh adalah lokasi benda penyebab anomali berdasarkan klosur kontur, sedangkan untuk penafsiran kuantitatif dilakukan dengan dua metode :

- Metode langsung, dilakukan dengan menggunakan kurva karak-teristik pada penampang kontur anomali magnetik. Hasil yang diperoleh adalah perkiraan kasar kedalaman, tebal dan kemiringan benda penyebab anomali.
- Metode tidak langsung yaitu dengan mencocokkan kurva anomali lapangan dengan kurva model yang dilakukan secara *iteratif (trial and error)*.
- Pengolahan dan penafsiran data dilakukan dengan bantuan *software* yang tersedia, pada penelitian ini digunakan *software* surfer. Magpick, dan Geosoft untuk pengolahan data.

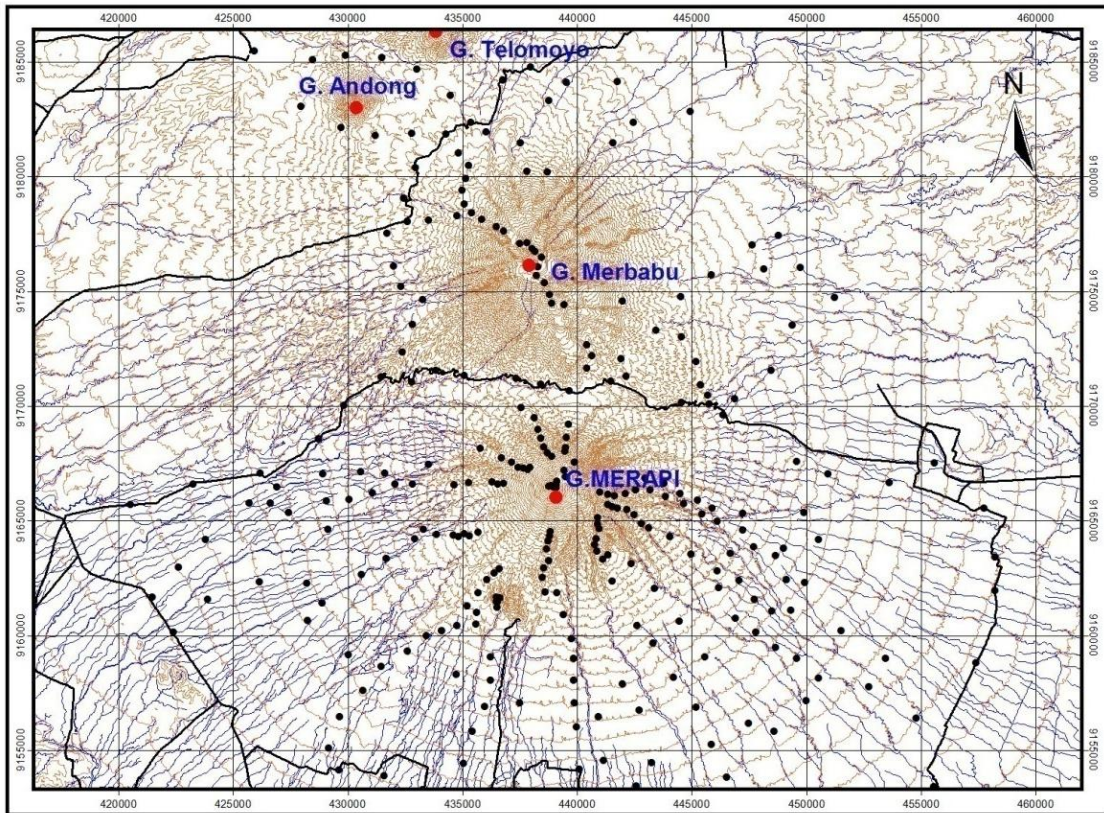
## BAB V

### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### V.1. Hasil pengolahan data

Data yang diperoleh dari pengukuran magnetik di lapangan adalah data magnetik berupa medan total di titik pengukuran, koordinat posisi, dan waktu pengambilan data. Jumlah titik pengukuran yang diperoleh yaitu 320 titik dengan luas area 30 km x 40 km. Data hasil pengukuran disajikan pada Lampiran A. Pengambilan data dilakukan berdasarkan kemudahan jalur yang dapat diakses menggunakan kendaraan roda empat dan jalan kaki. Data diukur dalam jarak antara 1 sampai 2 km dimana jarak pengukuran yang berada jauh dari puncak gunung berjarak antara 1,5 – 2 km dan pada daerah disekitar puncak gunung berjarak sekitar 50 meter. Distribusi pengukuran dapat dilihat pada gambar 5.1.

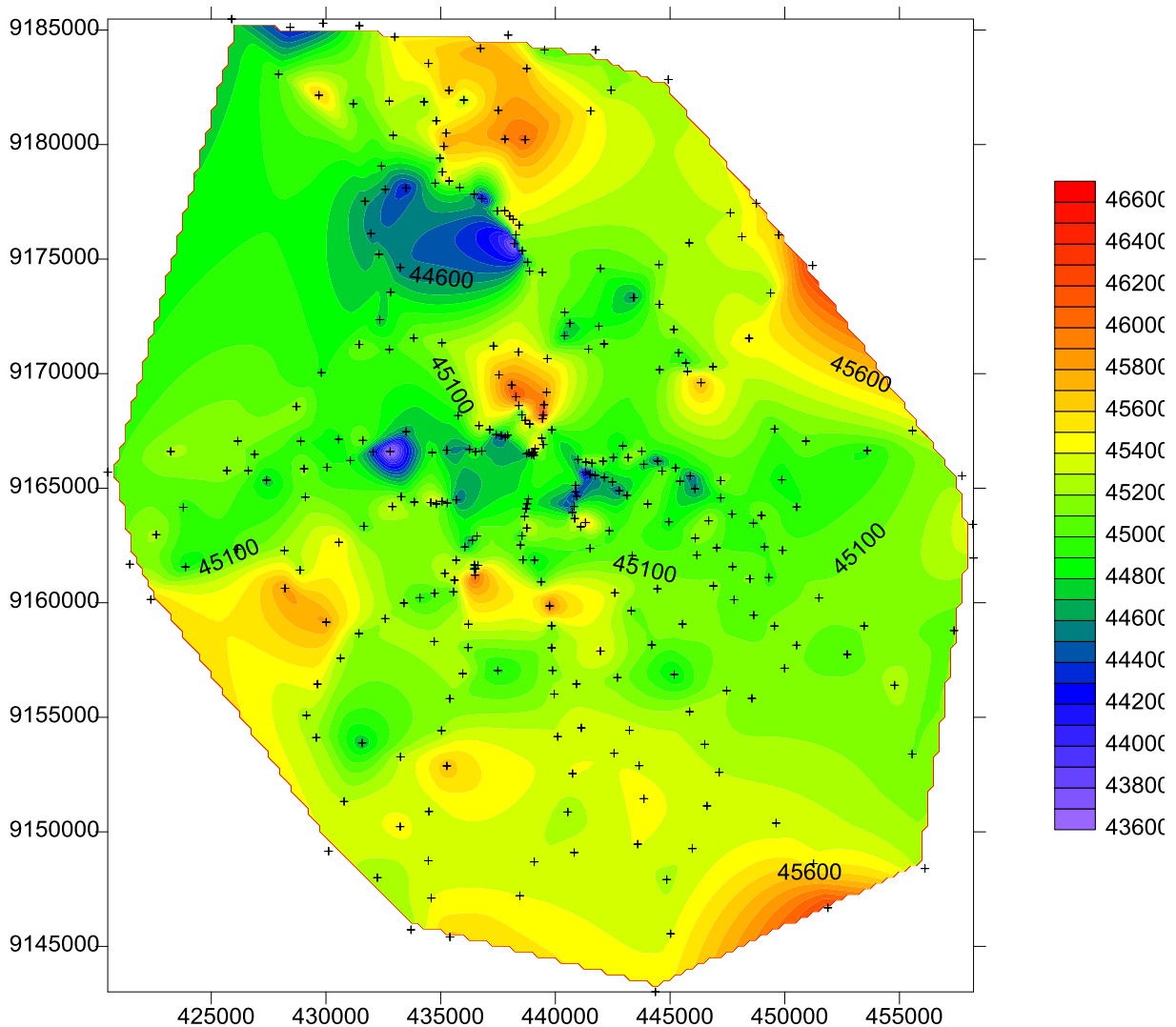
Pengolahan data dan penggambaran anomali menggunakan *software Geosoft*. Software mempunyai kelengkapan yang memadai, mulai dari kontinuasi, reduksi ke kutub, analisis signal, sampai dengan pemodelan 2,5D.



Gambar 5.1. Peta topografi dan titik-titik pengukuran area penelitian.

### V.1.1. Medan Magnet Total

Data medan magnetik total (gambar 5.2) yang telah diperoleh dari lapangan merupakan data yang masih mentah, oleh karena itu perlu dilakukan koreksi terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Koreksi variasi harian didapatkan dari data medan magnetik total yang diukur di *base station*. Setelah dilakukan koreksi variasi harian kemudian data dikenai koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*). Nilai IGRF ini ditentukan berdasarkan kesepakatan internasional dibawah pengawasan *International Association of Geomagnetic and Aeronomy* (IAGA) dan diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Nilai IGRF untuk area penelitian kali ini adalah 45161,3 nT dengan nilai inklinasi dan deklinasi sebesar -33,96667 dan 0,933333. Setelah data dikenai dengan koreksi variasi harian dan koreksi IGRF kemudian akan didapatkan anomali medan magnetik total.

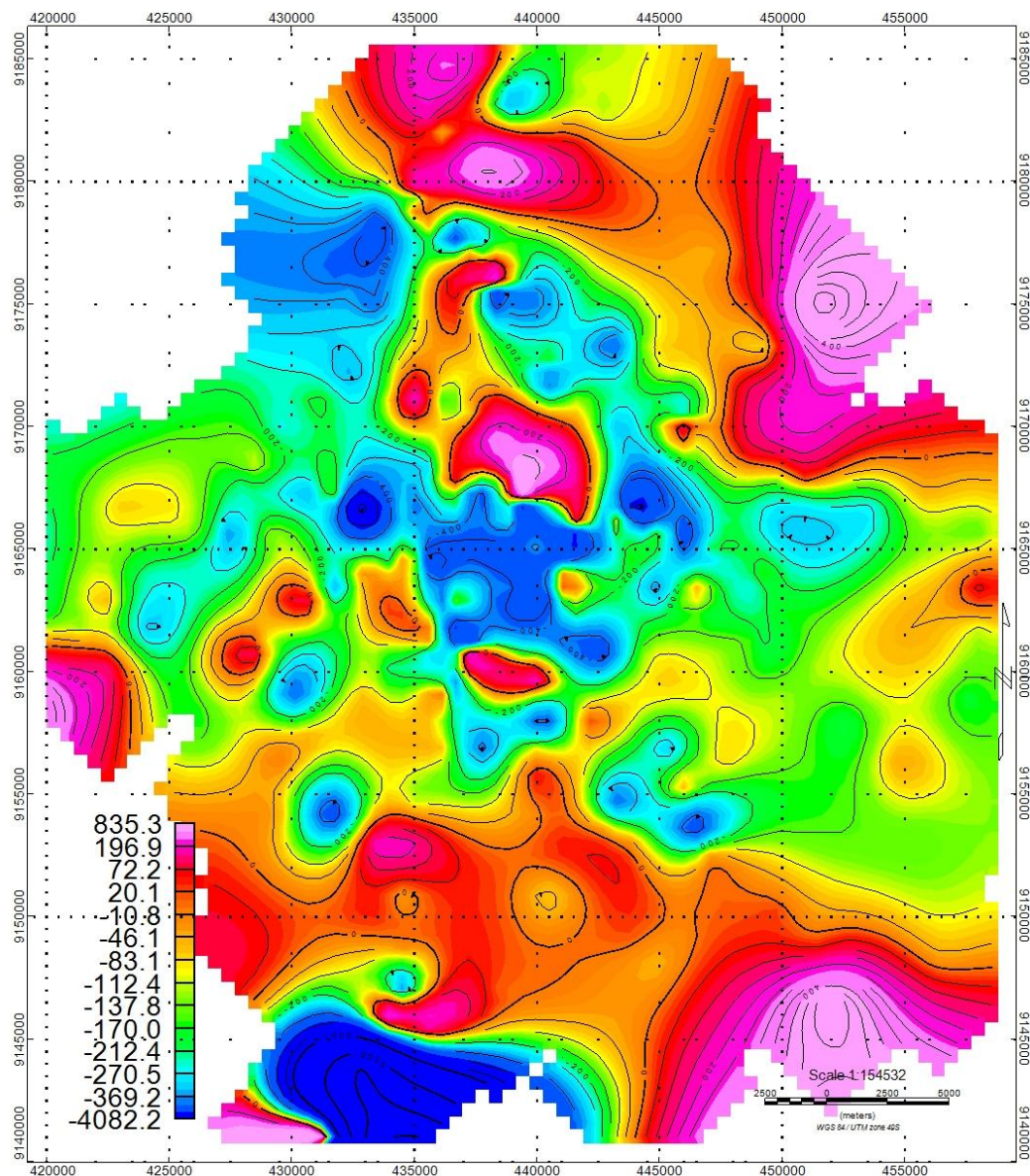


Gambar 5.2. Peta medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya.



### V.1.2. Anomali Medan Magnet Total

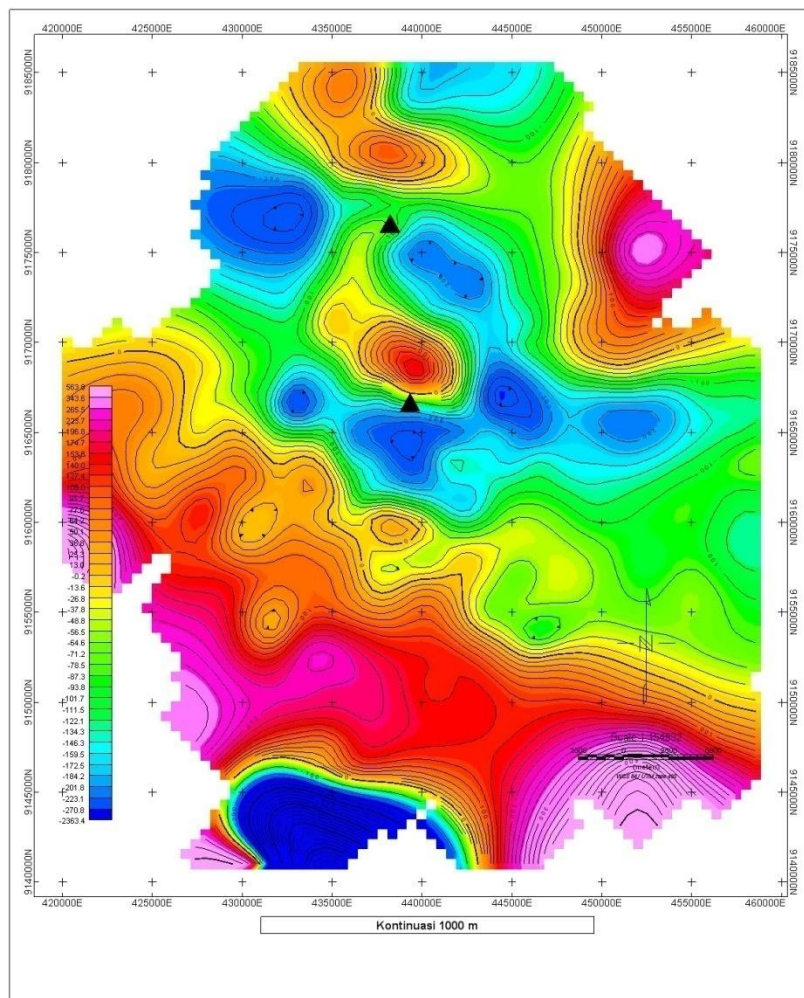
Anomali medan magnet total diperoleh dengan melakukan beberapa reduksi pada data hasil pengukuran di lapangan, yaitu reduksi IGRF dan reduksi variasi harian. Anomali medan magnet total adalah nilai medan magnet di suatu titik yang dihasilkan oleh batuan di bawah permukaan yang menjadi target dari pengukuran metode magnetik. Pada peta anomali medan magnet total (gambar 5.3) terdapat klosur positif dan klosur negatif, hal ini menunjukkan bahwa anomali magnet adalah bersifat *dipole* (dwi kutub). Anomali medan magnet total sudah tidak begitu dipengaruhi oleh anomali lokal, hal ini terlihat pada sedikitnya jumlah *dipole* magnetik pada peta kontur.



Gambar 5.3. Peta Anomali Medan Magnet Total.

### V.1.3. Hasil Kontinuasi ke Atas

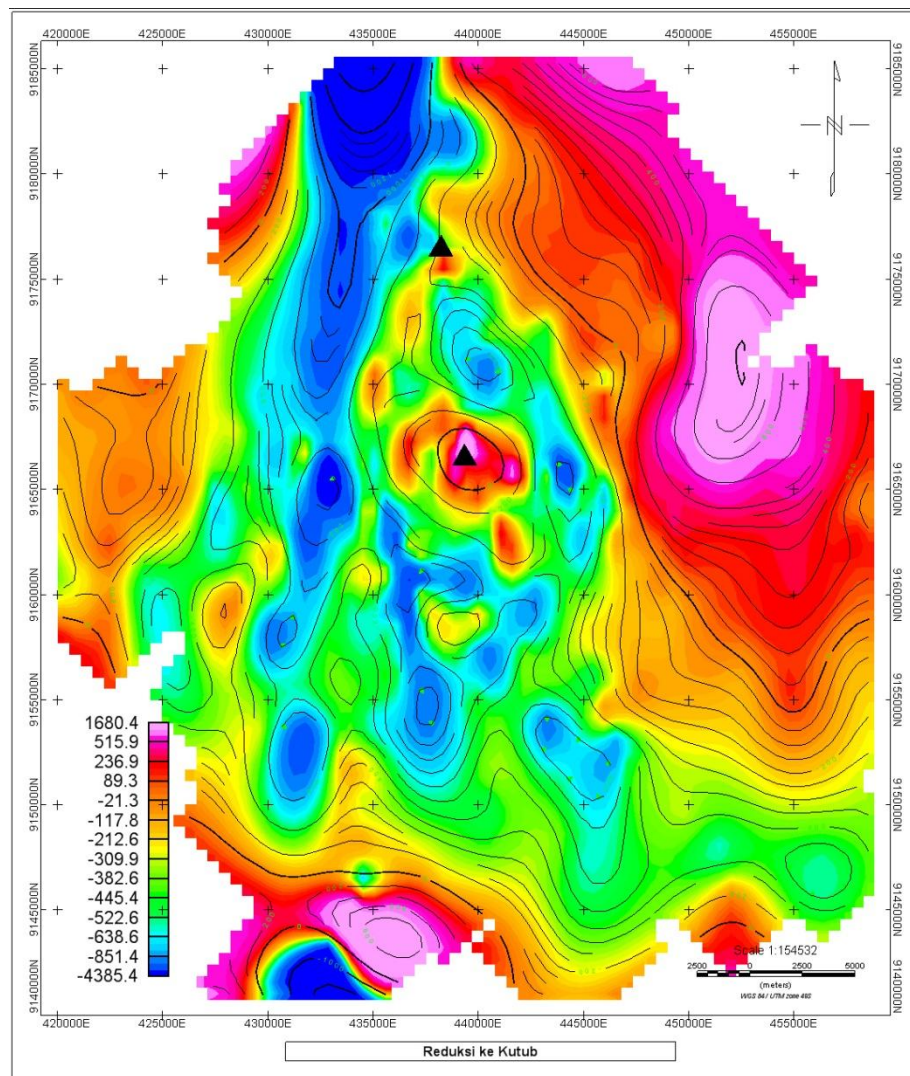
Proses kontinuasi ke atas dilakukan pada peta anomali medan magnetik total. Tujuan dari proses kontinuasi ini yaitu untuk memisahkan antara anomaly lokal dan anomaly regional sehingga dapat dipisahkan antara batuan penyebab anomaly pada posisi yang lebih dalam dengan yang lebih dangkal pada suatu kedalaman tertentu di bawah permukaan daerah pengukuran. Tingkat proses kontinuasi dilakukan menurut target yang diinginkan yaitu bergantung pada kedalaman target itu sendiri. Proses kontinuasi dengan uji *trial and error* dilakukan dengan melihat kecenderungan pola kontur hasil kontinuasi pada ketinggian tertentu di atas sferoida referensi. Kontinuasi ke atas dilakukan terhadap data anomali medan magnet total, mulai dari ketinggian 100, 500, dan 1000. Kontinuasi yang digunakan adalah pada ketinggian 1000 m (gambar 5.4) di atas steroida referensi, dengan asumsi bahwa pada ketinggian ini anomaly lokal sudah dapat dihilangkan dan sudah mencakup area pengukuran.



Gambar 5.4. Anomali regional kontinuasi ke atas 1000 m.

#### V.1.4. Hasil Reduksi ke kutub

Setelah dilakukan proses kontinuitas kemudian dilakukan proses reduksi ke kutub dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses interpretasi. Reduksi ke kutub digunakan untuk melokalisasi daerah dengan anomali maksimum atau minimum tepat berada di atas tubuh benda penyebab anomali yaitu dengan cara mentransformasi kenampakan *dipole* menjadi kenampakan *monopole* dimana posisi benda anomali menjadi tepat di bawah klosur utama. Data yang direduksi ke kutub yaitu data anomali regional yang telah dikontinuasi ke atas pada ketinggian 1000 meter. Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membawa posisi benda ke kutub utara. Proses ini akan mengubah parameter medan magnet bumi pada daerah penelitian yang memiliki deklinasi  $0.933333^{\circ}$  dan inklinasi  $-33.96667^{\circ}$  menjadi kondisi di kutub yang memiliki deklinasi  $0^{\circ}$  dan inklinasi  $90^{\circ}$ .



Gambar 5.5. Peta kontur reduksi ke kutub terhadap hasil kontinuitas 1000 meter.

Gambar 5.5 memperlihatkan hasil proses reduksi ke kutub terhadap data hasil kontinuitas 1000 meter. Pada anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya. Terlihat bahwa pada daerah puncak Gunung Merapi yang semula menunjukkan adanya dipol magnetik, berubah menjadi monopul.

## **V.2. Pembahasan**

### **V.2.1. Interpretasi Kualitatif**

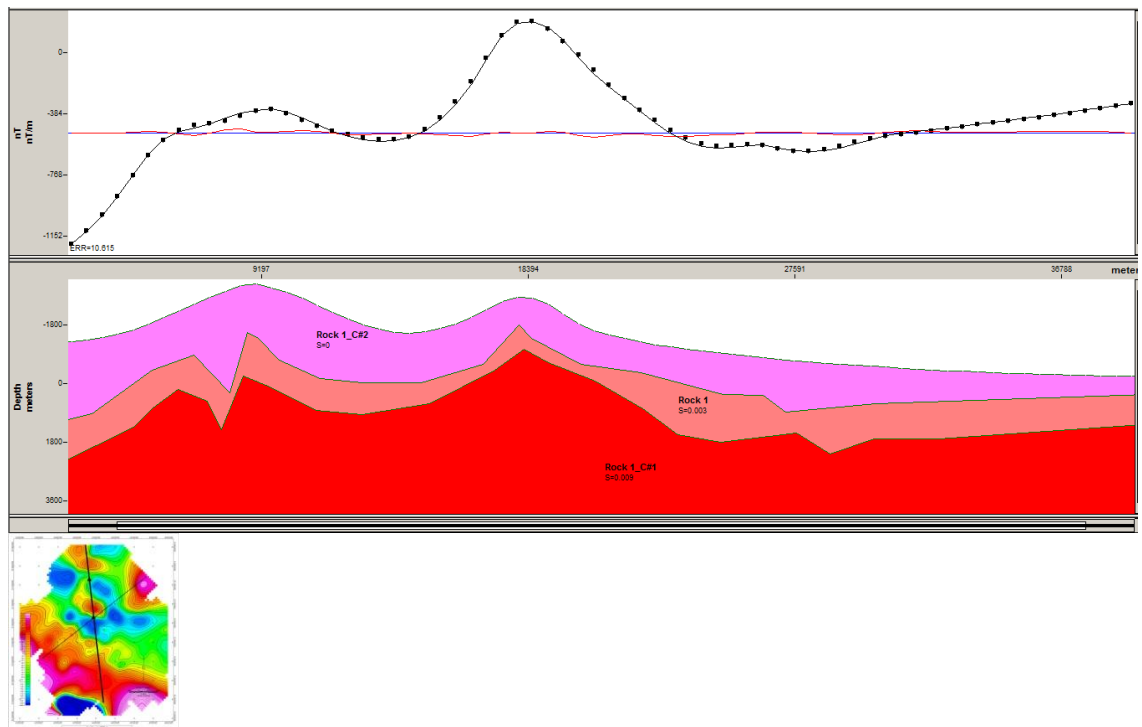
Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisis peta kontur anomali regional dan anomali regional hasil reduksi ke kutub. Hasil analisis tersebut kemudian dipadukan atau dikorelasikan dengan keadaan geologi area penelitian. Kontur anomali regional hasil reduksi ke kutub menunjukkan bahwa Gunung Merapi dan Merbabu terletak di tengah kontur dipole utama dimana anomali tersebut mempunyai kelurusan kontur dengan arah relative utara-selatan. Berdasarkan informasi dari peta geologi, pada daerah penelitian terdapat kemungkinan adanya sesar yang mempunyai kelurusan yang relatif sama dengan anomali yang ditunjukkan pada hasil reduksi ke kutub (gambar 5.5).

### **V.2.2. Interpretasi Kuantitatif**

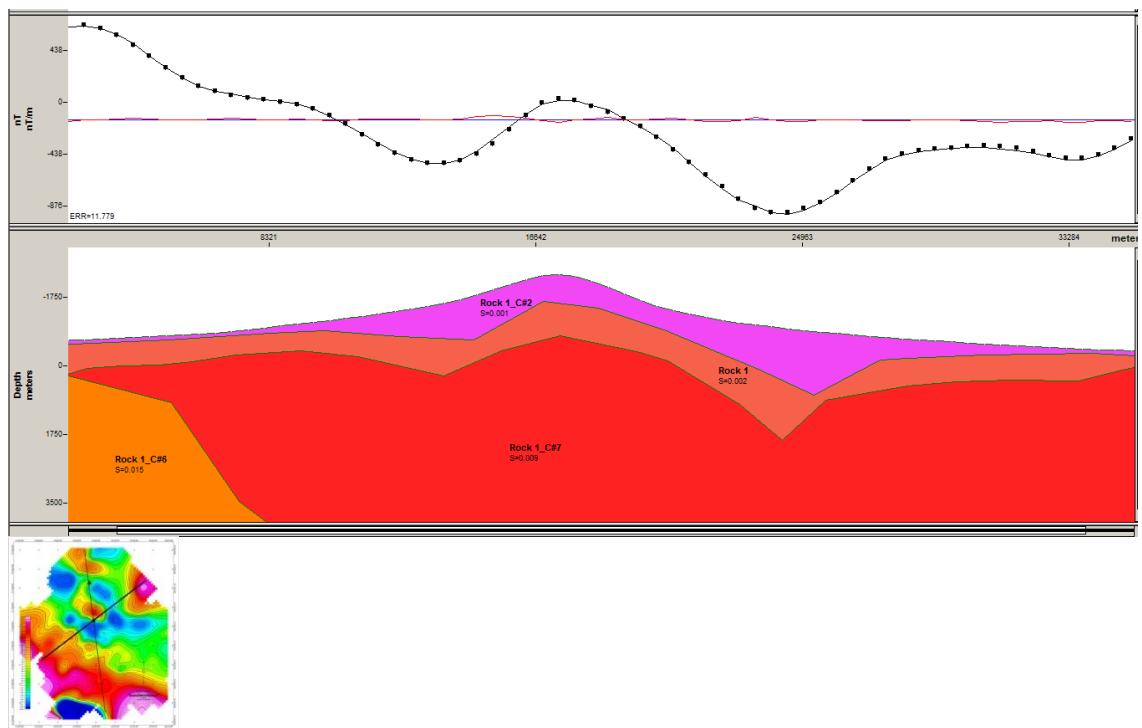
Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan pemodelan 2,5D dengan memanfaatkan fasilitas pada software Geosoft. Pemodelan dilakukan pada kontur anomali regional yang telah dikontinuitas pada ketinggian 1000 meter. Model dibuat berdasarkan pada 2 sayatan yang saling menyilang dan melewati puncak Gunung Merapi. Pembuatan model juga harus memasukkan arah sayatan (*bearing*), inklinasi, dan deklinasi. Kedua hasil sayatan diperlihatkan pada gambar 5.6 dan 5.7.

Dari hasil pemodelan, secara umum di bawah Gunung Merapi dan Merbabu terdapat 3 lapis batuan. Lapisan pertama merupakan batuan piroklastik hasil aktivitas kedua gunung tersebut pada masa lalu, lapisan kedua berkaitan dengan posisi kantong magma, dan lapisan ketiga adalah lapisan yang mensuplai magma di atasnya.

Perbedaan yang menyolok terlihat bahwa lapisan piroklastik di Gunung Merbabu lebih tebal dibandingkan di Gunung Merapi. Konsekuensinya posisi kantong magma di Gunung Merapi terletak lebih dangkal dibandingkan di Gunung Merbabu. Demikian juga lapisan yang mensuplai magma, terlihat lebih tipis di bawah puncak Gunung Merapi dibandingkan di Gunung Merbabu. Kedua hal inilah yang dapat dijadikan alasan bahwa Gunung Merapi mempunyai aktivitas yang lebih besar dan lebih sering dibandingkan dengan Gunung Merbabu, walaupun kedua gunung tersebut berdekatan.



Gambar 5.6. Model bawah permukaan anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya dari arah utara ke selatan.



Gambar 5.7. Model bawah permukaan anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya dari arah barat ke timur.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan.**

Dari hasil analisis data anomali medan magnet total Gunung Merapi, Merbabu, dan sekitarnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Terdapat 3 perlapisan batuan di bawah Gunung Merapi dan Merbabu, yang berkaitan dengan produk aktivitas (piroklastik sebagai lapisan pertama), posisi kantong magma (lapisan kedua), dan lapisan yang mensuplai magma ke atas (lapisan ketiga)
2. Lapisan pertama pada Gunung Merbabu lebih tebal dibandingkan pada Gunung Merapi, sedangkan lapisan pensuplai magma lebih tipis di Gunung Merapi. Kedua hal ini dapat dijadikan alasan tingkat aktivitas Gunung Merapi yang jauh lebih besar dan lebih sering dibandingkan dengan Gunung Merbabu.
3. Software Geosoft merupakan software yang cukup komprehensif dan lengkap untuk melakukan analisis data magnetik. Untuk itu direkomendasikan penggunaan software ini untuk analisis data magnetik pada kasus-kasus yang lain.

#### **VI.2. Saran.**

Untuk memperbaiki hasil yang telah didapatkan, maka disarankan beberapa hal, antara lain:

1. Pemodelan dilakukan tidak hanya pada dua sayatan saja, tetapi dengan membuat beberapa sayatan yang lain, sehingga hasil akhir dari pemodelan adalah model 3D.
2. Dilakukan analisis dengan beberapa metode lainnya, misalkan SVD (Second Vertical Derivative), FHD (First Horizontal Derivative), yang umumnya digunakan untuk memperjelas adanya struktur-struktur geologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsadi, E.M., Suparka, S. and Nishimura, S., 1995, Subsurface structure of Merapi inferred from magnetotelluric, gravimetric and magnetic surveys, Paper presented at *Merapi Decade Volcano International Workshop*, October 5-9, Yogyakarta, Indonesia.
- Blakely, R.J., 1995, *Potential theory in applied geophysics*, Chambridge University Press.
- Budi, E.N., 1991, *Penelitian audiomagnetotelurik (AMT) di Gunungapi Merapi*, Skripsi S-1, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.
- Imam, S., 1993, *Studi tentang tremor harmonik Gunungapi Merapi (Jawa Tengah) sebelum pembentukan kubah lava tahun 1992*, Tesis S-2, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.
- Imam, S., 2011, *Pemodelan Bawah Permukaan Gunung Merapi dan Merbabu Berdasarkan Analisis Data Gravitasi*, Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta
- Kirbani, S.B., 1990, *Analysis of volcanic tremor at Mount Merapi (Central Java, Indonesia) - In order to understand internal magma flow*, S-3 thesis, Physics Department, Gadjah Mada University, Indonesia.
- Sukarjita, I.W., Kirbani, S.B., Wahyudi, 1999, *Pemodelan sesar regional di kawasan gunung merapi-merbabu berdasarkan data anomali medan magnetik komponen vertikal*, Prosiding pertemuan ilmiah tahunan ke 24.
- Talwani, M., Worzel, J.L., and Landisman, M., 1965, *Geophysics*, vol.64, page. 49-59.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. dan Keys, D.A., 1990, *Applied geophysics*, Chambridge University Press.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The geologi of Indonesia*, v.IA, General Geologi, Government publisher, The Hague.
- [www.merapi.bgl.esdm](http://www.merapi.bgl.esdm), 2011, diunduh 20 April 2011.

### LAMPIRAN DATA MAGNETIK GUNUNG MERAPI, MERBABU, DAN SEKITARNYA

No	STA	No	Longitude	Latitude	X	Y	altitude	pm-har	IGRF	Anomali
1	UGMR	91	110.49544	-7.75265	444364	9143014	176.93	45418.13	45366.59	51.54
2	UGMR	75	110.41421	-7.73085	435403	9145413	235.04	45631.91	45359.13	272.78
3	UGMR	92	110.50146	-7.72970	445025	9145552	209.34	45389.65	45354.70	34.95
4	UGMR	24	110.39882	-7.72801	433706	9145724	235.96	45264.29	45358.36	-94.07
5	UGMR	111	110.56363	-7.71952	451879	9146685	192.59	46280.89	45346.80	934.09
6	UGMR	25	110.40683	-7.71548	434588	9147111	269.10	45398.25	45351.66	46.59
7	UGMR	76	110.44188	-7.71463	438452	9147210	270.54	45398.25	45349.68	48.57
8	UGMR	93	110.49994	-7.70830	444855	9147917	259.90	45251.57	45343.95	-92.38
9	UGMR	40	110.38557	-7.70741	432242	9147999	276.75	45195.07	45348.50	-153.43
10	UGMR	125	110.60201	-7.70404	456111	9148400	187.79	45264.23	45337.25	-73.02
11	UGMR	112	110.55798	-7.70207	451255	9148613	221.06	45429.16	45338.22	90.94
12	UGMR	77	110.44758	-7.70123	439079	9148692	306.87	45327.03	45342.63	-15.60
13	UGMR	26	110.40572	-7.70074	434463	9148740	309.37	45340.32	45344.23	-3.91
14	UGMR	78	110.46339	-7.69760	440822	9149095	305.31	45351.54	45340.13	11.41
15	UGMR	41	110.36631	-7.69692	430116	9149156	283.86	45400.38	45344.01	56.37
16	UGMR	97	110.51006	-7.69607	445970	9149271	286.38	45339.28	45337.30	1.98
17	UGMR	94	110.48850	-7.69430	443591	9149464	300.89	45406.56	45337.36	69.20
18	UGMR	27	110.39460	-7.68726	433234	9150229	341.23	45453.48	45337.91	115.57
19	UGMR	113	110.54320	-7.68604	449623	9150384	271.29	45388.07	45330.77	57.30
20	UGMR	79	110.46087	-7.68160	440543	9150864	358.25	45212.09	45332.15	-120.06
21	UGMR	28	110.40598	-7.68131	434489	9150888	367.88	45306.90	45334.42	-27.52
22	UGMR	98	110.51588	-7.67924	446609	9151132	329.49	45331.79	45328.54	3.25
23	UGMR	42	110.37245	-7.67731	430790	9151325	347.21	45301.27	45333.84	-32.57
24	UGMR	95	110.49096	-7.67636	443860	9151447	367.81	45450.48	45328.17	122.31
25	UGMR	80	110.46277	-7.66642	440750	9152543	427.28	45414.46	45324.41	90.05
26	UGMR	99	110.52072	-7.66598	447141	9152599	366.53	45299.95	45321.59	-21.64
27	UGMR	29	110.41309	-7.66332	435270	9152878	443.67	45700.02	45325.02	375.00
28	UGMR	96	110.48908	-7.66331	443651	9152890	425.74	45382.63	45321.66	60.97
29	UGMR	43	110.39476	-7.65973	433248	9153273	440.67	45309.49	45323.97	-14.48
30	UGMR	124	110.59701	-7.65886	455554	9153395	255.85	45088.24	45314.61	-226.37
31	UGMR	87	110.47919	-7.65839	442560	9153433	449.46	45388.90	45319.63	69.27
32	UGMR	100	110.51502	-7.65493	446511	9153820	421.24	45276.88	45316.25	-39.37
33	UGMR	44	110.37964	-7.65418	431579	9153883	437.04	44688.70	45321.84	-633.14
34	UGMR	45	110.36150	-7.65207	429578	9154114	408.18	45241.81	45321.56	-79.75
35	UGMR	81	110.45692	-7.65181	440102	9154157	499.32	45319.69	45317.25	2.44
36	UGMR	30	110.41100	-7.64939	435038	9154418	509.03	45187.86	45318.06	-130.20
37	UGMR	88	110.48527	-7.64936	443229	9154431	499.64	45339.32	45314.78	24.54
38	UGMR	86	110.46624	-7.64838	441130	9154537	524.50	45376.68	45315.14	61.54
39	UGMR	46	110.35764	-7.64328	429151	9155085	438.19	45261.13	45317.31	-56.18



40	UGMR	101	110.50906	-7.64202	445852	9155246	489.53	45269.14	45310.02	-40.88
41	UGMR	31	110.41430	-7.63676	435400	9155814	580.53	45147.82	45311.55	-163.73
42	SANG	16	110.53367	-7.63681	448566	9155825	450.43	45097.99	45306.30	-208.31
43	UGMR	82	110.45555	-7.63503	439949	9156012	611.39	45231.91	45308.85	-76.94
44	SANG	17	110.52370	-7.63373	447466	9156165	494.04	45213.70	45305.19	-91.49
45	UGMR	115	110.59010	-7.63169	454789	9156398	324.43	45267.90	45301.19	-33.29
46	UGMR	47	110.36198	-7.63096	429627	9156448	509.72	45436.48	45310.87	125.61
47	UGMR	85	110.46436	-7.63104	440920	9156455	633.97	45231.29	45306.46	-75.17
48	UGMR	89	110.48054	-7.62853	442705	9156734	636.67	45143.67	45304.44	-160.77
49	UGMR	102	110.50300	-7.62735	445182	9156867	580.46	44760.93	45302.87	-541.94
50	UGMR	32	110.41941	-7.62688	435961	9156908	651.72	45315.83	45306.32	9.51
51	UGMR	35	110.43330	-7.62570	437493	9157040	681.68	44853.56	45305.10	-451.54
52	UGMR	36	110.45491	-7.62570	439877	9157044	682.86	45159.42	45304.15	-144.73
53	SANG	15	110.54661	-7.62491	449992	9157142	457.47	45142.99	45299.71	-156.72
54	UGMR	48	110.37113	-7.62074	430635	9157580	587.38	45230.25	45305.33	-75.08
55	UGMR	114	110.57138	-7.61949	452723	9157744	402.98	44979.29	45295.88	-316.59
56	UGMR	90	110.47383	-7.61806	441963	9157890	733.48	45435.16	45299.49	135.67
57	UGMR	83	110.45458	-7.61676	439840	9158032	757.96	45206.57	45299.68	-93.11
58	UGMR	33	110.42158	-7.61658	436199	9158046	722.60	45118.00	45301.05	-183.05
59	SANG	14	110.55138	-7.61585	450517	9158145	471.96	45126.74	45294.93	-168.19
60	UGMR	103	110.49412	-7.61565	444200	9158160	666.02	45083.73	45297.36	-213.63
61	KALI	24	110.40815	-7.61420	434718	9158308	714.77	45252.58	45300.40	-47.82
62	UGMR	49	110.37840	-7.61101	431435	9158656	655.35	45154.07	45300.11	-146.04
63	UGMR	123	110.61362	-7.61010	457381	9158787	315.30	45022.98	45289.23	-266.25
64	SANG	13	110.54264	-7.60826	449551	9158983	524.30	45147.29	45291.48	-144.19
65	UGMR	116	110.57807	-7.60829	453460	9158983	408.49	45133.79	45289.91	-156.12
66	UGMR	84	110.45457	-7.60806	439838	9158994	846.02	45100.35	45295.29	-194.94
67	UGMR	34	110.42169	-7.60740	436210	9159061	807.24	45359.86	45296.41	63.45
68	UGMR	106	110.50629	-7.60744	445542	9159068	674.88	45196.35	45292.67	-96.32
69	UGMR	51	110.36549	-7.60650	430010	9159152	599.14	45836.29	45298.40	537.89
70	UGMR	50	110.38880	-7.60513	432582	9159307	730.77	45215.97	45296.68	-80.71
71	SANG	0	110.53443	-7.60394	448646	9159459	569.11	44993.24	45289.67	-296.43
72	UGMR	104	110.48604	-7.60218	443308	9159648	791.56	45069.13	45290.94	-221.81
73	UGMR	39	110.45377	-7.60021	439748	9159861	924.61	46087.52	45291.35	796.17
74	UGMR	22	110.39621	-7.59897	433398	9159990	801.86	45143.27	45293.25	-149.98
75	SANG	1	110.52670	-7.59783	447792	9160134	624.16	45037.74	45286.94	-249.20
76	UGMR	58	110.29619	-7.59744	422365	9160142	380.49	45644.88	45296.85	348.03
77	UGMR	117	110.56023	-7.59716	451491	9160211	498.30	45140.45	45285.12	-144.67
78	UGMR	21	110.40250	-7.59692	434092	9160217	840.67	44891.10	45291.99	-400.89
79	UGMR	21	110.40250	-7.59692	434091	9160218	840.67	44891.10	45291.99	-400.89
80	UGMR	20	110.40833	-7.59513	434734	9160416	885.81	45006.27	45290.79	-284.52

81	UGMR	105	110.47957	-7.59507	442593	9160432	898.50	45350.22	45287.64	62.58
82	KALI	23	110.41581	-7.59461	435559	9160475	912.20	45013.56	45290.18	-276.62
83	UGMR	110	110.49638	-7.59352	444447	9160606	812.87	45164.88	45286.10	-121.22
84	UGMR	53	110.34923	-7.59310	428214	9160631	582.64	45862.95	45292.36	570.59
85	SANG	2	110.51852	-7.59238	446889	9160735	695.00	45126.94	45284.54	-157.60
86	UGMR	38	110.45044	-7.59070	439379	9160912	1023.98	44989.24	45286.70	-297.46
87	KALI	22	110.41622	-7.58997	435604	9160988	966.51	45336.34	45287.84	48.50
88	SANG	7	110.53295	-7.58959	448481	9161046	629.62	45128.69	45282.49	-153.80
89	SANG	8	110.54040	-7.58911	449302	9161099	599.13	44961.40	45281.93	-320.53
90	KALI	17	110.42437	-7.58800	436503	9161206	1016.04	46201.95	45286.50	915.45
91	UGMR	19	110.41241	-7.58727	435184	9161286	996.00	45310.96	45286.66	24.30
92	UGMR	54	110.35518	-7.58593	428870	9161425	629.52	45262.38	45288.48	-26.10
93	KALI	18	110.42401	-7.58559	436463	9161473	1111.53	44925.88	45285.30	-359.42
94	KALI	19	110.42450	-7.58547	436517	9161486	1189.65	43338.75	45285.20	-1946.45
95	UGMR	57	110.30994	-7.58460	423879	9161564	441.67	44807.58	45289.79	-482.21
96	SANG	5	110.52609	-7.58481	447723	9161573	689.69	45052.43	45280.39	-227.96
97	KALI	20	110.42550	-7.58415	436627	9161632	1285.36	45275.54	45284.51	-8.97
98	KALI	21	110.42410	-7.58397	436473	9161653	1314.08	45558.73	45284.47	274.26
99	UGMR	59	110.28790	-7.58351	421448	9161680	384.06	45133.27	45290.20	-156.93
100	UGMR	15	110.41688	-7.58208	435676	9161860	1058.79	45269.60	45283.85	-14.25
101	UGMR	37	110.44781	-7.58209	439088	9161863	1133.57	44735.95	45282.45	-546.50
102	KALI	6	110.44328	-7.58199	438588	9161874	1126.86	44983.20	45282.64	-299.44
103	UGMR	122	110.62132	-7.58144	458229	9161955	325.23	45244.30	45274.45	-30.15
104	UGMR	109	110.48646	-7.58039	443351	9162057	987.25	45058.50	45279.91	-221.41
105	SANG	4	110.51202	-7.58020	446171	9162081	816.11	44987.79	45278.68	-290.89
106	UGMR	55	110.34902	-7.57819	428189	9162280	618.85	45236.60	45284.86	-48.26
107	SANG	9	110.54586	-7.57837	449903	9162288	627.05	45054.89	45276.26	-221.37
108	UGMR	56	110.33036	-7.57762	426131	9162340	530.16	45008.53	45285.36	-276.83
109	DELE	8	110.46982	-7.57749	441515	9162375	1088.79	44981.26	45279.20	-297.94
110	SANG	6	110.51987	-7.57734	447037	9162398	774.08	44997.60	45276.90	-279.30
111	UGMR	16	110.42028	-7.57689	436051	9162434	1139.70	44780.57	45281.04	-500.47
112	MUSU	30	110.53875	-7.57703	449119	9162434	663.16	44975.80	45275.89	-300.09
113	KALI	7	110.44232	-7.57618	438481	9162517	1249.73	45081.11	45279.75	-198.64
114	UGMR	9	110.37054	-7.57498	430563	9162638	750.83	45514.88	45282.29	232.59
115	UGMR	17	110.42329	-7.57430	436381	9162721	1220.78	44396.97	45279.64	-882.67
116	MUSU	10	110.51136	-7.57350	446097	9162821	856.21	45171.93	45275.35	-103.42
117	UGMR	18	110.42511	-7.57256	436582	9162913	1256.03	45140.92	45278.69	-137.77
118	KALI	8	110.44288	-7.57252	438543	9162921	1336.56	44819.48	45277.88	-458.40
119	UGMR	60	110.29838	-7.57186	422602	9162971	429.45	45242.37	45283.86	-41.49
120	UGMR	108	110.47742	-7.57059	442352	9163138	1166.10	44967.37	45275.38	-308.01
121	KALI	9	110.44482	-7.56945	438756	9163260	1415.06	45430.32	45276.23	154.09

122	DELE	7	110.46612	-7.56898	441106	9163315	1292.53	45159.20	45275.06	-115.86
123	UGMR	8	110.38043	-7.56867	431653	9163337	844.16	44997.58	45278.68	-281.10
124	UGMR	121	110.62110	-7.56819	458202	9163421	333.57	45521.25	45267.76	253.49
125	DRAJ	0	110.53434	-7.56766	448631	9163471	732.29	44883.23	45271.38	-388.15
126	UGMR	107	110.46800	-7.56730	441313	9163501	1352.14	45742.43	45274.17	468.26
127	MUSU	9	110.50092	-7.56704	444945	9163535	996.17	44809.46	45272.55	-463.09
128	SANG	3	110.51667	-7.56667	446682	9163578	730.00	45239.39	45271.67	-32.28
129	DELE	1	110.46375	-7.56571	440844	9163677	1386.01	45583.71	45273.50	310.21
130	KALI	10	110.44393	-7.56490	438657	9163763	1549.67	45153.61	45273.99	-120.38
131	SANG	12	110.53754	-7.56459	448984	9163810	722.33	45092.70	45269.70	-177.00
132	MUSU	18	110.52592	-7.56402	447702	9163871	795.41	44907.21	45269.93	-362.72
133	DELE	2	110.46281	-7.56330	440740	9163943	1473.16	44231.06	45272.36	-1041.30
134	KALI	11	110.44452	-7.56182	438722	9164104	1639.76	44812.00	45272.43	-460.43
135	UGMR	61	110.30909	-7.56107	423781	9164165	479.77	44958.13	45277.95	-319.82
136	SANG	10	110.55146	-7.56125	450519	9164180	643.22	44900.69	45267.40	-366.71
137	UGMR	7	110.39170	-7.56091	432895	9164197	960.04	45394.14	45274.29	119.85
138	DELE	3	110.46352	-7.56096	440818	9164202	1555.68	44803.51	45271.16	-467.65
139	MUSU	8	110.49260	-7.56003	444026	9164309	1115.84	45151.70	45269.35	-117.65
140	UGMR	6	110.40907	-7.55988	434811	9164313	1153.87	45062.09	45273.00	-210.91
141	KALI	12	110.44494	-7.55986	438769	9164321	1732.08	44713.14	45271.40	-558.26
142	UGMR	4	110.41339	-7.55954	435288	9164351	1228.35	45010.23	45272.63	-262.40
143	UGMR	2	110.40689	-7.55934	434570	9164373	1110.21	45508.02	45272.86	235.16
144	UGMR	1	110.40036	-7.55913	433850	9164395	1036.35	44945.70	45273.00	-327.30
145	UGMR	3	110.41131	-7.55890	435058	9164422	1173.13	45340.42	45272.41	68.01
146	UGMR	5	110.41694	-7.55826	435679	9164494	1279.08	44486.24	45271.85	-785.61
147	KALI	13	110.44546	-7.55793	438825	9164535	1806.13	44915.61	45270.43	-354.82
148	MUSU	19	110.52147	-7.55763	447210	9164578	853.43	44826.89	45266.90	-440.01
149	UGMR	69	110.35733	-7.55711	429103	9164612	696.49	45108.77	45273.86	-165.09
150	UGMR	63	110.39521	-7.55700	433281	9164629	1064.25	45091.27	45272.18	-180.91
151	DELE	4	110.46458	-7.55689	440934	9164652	1721.40	44395.59	45269.06	-873.47
152	MUSU	1	110.48442	-7.55659	443123	9164688	1294.80	44819.87	45268.02	-448.15
153	DELE	5	110.46417	-7.55517	440889	9164842	1879.91	43755.25	45268.21	-1512.96
154	MUSU	2	110.48136	-7.55477	442785	9164889	1373.05	44399.17	45267.23	-868.06
155	MUSU	20	110.51128	-7.55404	446086	9164973	951.74	44537.61	45265.53	-727.92
156	DELE	6	110.46409	-7.55261	440880	9165125	1953.87	45088.93	45266.92	-177.99
157	MUSU	3	110.47867	-7.55128	442488	9165274	1472.47	44783.04	45265.60	-482.56
158	MUSU	21	110.50535	-7.55104	445432	9165303	1033.03	44787.06	45264.30	-477.24
159	MUSU	29	110.52144	-7.55082	447206	9165330	869.61	45156.84	45263.48	-106.64
160	UGMR	70	110.34197	-7.55042	427407	9165349	625.49	44714.02	45271.18	-557.16
161	SANG	11	110.54560	-7.55051	449872	9165368	691.30	44810.81	45262.24	-451.43
162	MUSU	4	110.47553	-7.54949	442142	9165471	1639.81	44627.40	45264.84	-637.44

163	MUSU	24	110.50944	-7.54894	445882	9165537	1004.54	44432.28	45263.06	-830.78
164	UGMR	120	110.61678	-7.54904	457725	9165538	369.09	45081.63	45258.30	-176.67
165	MUSU	5	110.47182	-7.54869	441732	9165559	1777.84	44620.74	45264.60	-643.86
166	MUSU	6	110.46984	-7.54822	441513	9165611	1865.62	44160.35	45264.46	-1104.11
167	MUSU	7	110.46808	-7.54744	441319	9165697	1940.95	43831.65	45264.13	-1432.48
168	JRAK	48	110.27925	-7.54713	420487	9165701	410.65	44960.93	45272.26	-311.33
169	MUSU	22	110.49828	-7.54701	444650	9165749	1142.55	45111.05	45262.59	-151.54
170	UGMR	71	110.33479	-7.54665	426614	9165764	596.77	45092.51	45269.59	-177.08
171	UGMR	62	110.32635	-7.54659	425683	9165769	562.38	45151.18	45269.94	-118.76
172	UGMR	68	110.35684	-7.54591	429046	9165850	711.32	45135.70	45268.25	-132.55
173	MUSU	25	110.50363	-7.54579	445241	9165884	1088.48	44985.75	45261.71	-275.96
174	UGMR	67	110.36593	-7.54536	430049	9165912	783.66	44912.01	45267.57	-355.56
175	MUSU	23	110.49106	-7.54434	443853	9166043	1234.46	44703.13	45261.55	-558.42
176	MUSU	14	110.47061	-7.54389	441598	9166090	1800.00	44886.62	45262.22	-375.60
177	MUSU	15	110.46817	-7.54345	441329	9166138	1957.13	46168.45	45262.13	906.32
178	MUSU	13	110.47498	-7.54309	442079	9166179	1634.66	45195.77	45261.63	-65.86
179	MUSU	26	110.49661	-7.54310	444466	9166180	1188.89	44332.32	45260.68	-928.36
180	UGMR	66	110.37509	-7.54270	431059	9166208	853.44	44896.76	45265.84	-369.08
181	MUSU	16	110.46509	-7.54242	440989	9166252	2159.82	44567.54	45261.75	-694.21
182	MUSU	11	110.48492	-7.54165	443176	9166339	1391.08	45273.69	45260.46	13.23
183	MUSU	12	110.47908	-7.54161	442532	9166343	1512.12	44647.05	45260.72	-613.67
184	JRAK	16	110.44763	-7.54075	439062	9166434	2930.16	45047.28	45261.69	-214.41
185	JRAK	13	110.44663	-7.54045	438952	9166466	2968.84	44156.00	45261.55	-1105.55
186	UGMR	74	110.33730	-7.54016	426890	9166482	620.84	45077.78	45266.24	-188.46
187	JRAK	15	110.44481	-7.54010	438751	9166505	2909.88	44654.36	45261.46	-607.10
188	JRAK	12	110.44722	-7.54000	439017	9166517	2932.29	44677.41	45261.31	-583.90
189	JRAK	14	110.44572	-7.53974	438851	9166545	2935.65	44622.80	45261.24	-638.44
190	UGMR	10	110.40745	-7.53959	434629	9166556	1235.00	44941.48	45262.86	-321.38
191	JRAK	11	110.44758	-7.53945	439057	9166577	2880.08	45728.97	45261.02	467.95
192	UGMR	65	110.38408	-7.53930	432051	9166585	938.71	44376.86	45263.73	-886.87
193	UGMR	13	110.42462	-7.53930	436524	9166591	1616.08	45135.45	45261.95	-126.50
194	UGMR	64	110.39085	-7.53914	432798	9166603	994.78	43428.56	45263.37	-1834.81
195	JRAK	47	110.30416	-7.53900	423233	9166604	489.12	45228.30	45267.08	-38.78
196	MUSU	27	110.49027	-7.53919	443766	9166612	1304.98	45173.91	45258.99	-85.08
197	UGMR	14	110.42705	-7.53901	436791	9166623	1703.32	44650.23	45261.72	-611.49
198	UGMR	118	110.57936	-7.53901	453595	9166642	519.16	44867.38	45254.93	-387.55
199	UGMR	11	110.41324	-7.53866	435268	9166660	1338.96	44585.93	45262.13	-676.20
200	UGMR	12	110.42220	-7.53837	436256	9166693	1558.92	44538.02	45261.61	-723.59
201	JRAK	10	110.44812	-7.53812	439116	9166724	2775.99	45970.56	45260.33	710.23
202	MUSU	28	110.48278	-7.53706	442939	9166846	1443.47	44810.27	45258.26	-447.99
203	JRAK	17	110.45135	-7.53647	439472	9166907	2678.88	45062.11	45259.36	-197.25

204	UGMR	73	110.35552	-7.53505	428899	9167050	709.74	44896.88	45262.86	-365.98
205	MUSU	0	110.55514	-7.53525	450922	9167056	649.79	45096.50	45254.12	-157.62
206	JRAK	46	110.33065	-7.53495	426155	9167057	591.29	45115.36	45263.91	-148.55
207	BABA	9	110.38006	-7.53476	431607	9167086	897.86	45151.00	45261.64	-110.64
208	UGMR	72	110.37050	-7.53432	430552	9167134	814.72	44813.55	45261.83	-448.28
209	JRAK	7	110.45078	-7.53396	439409	9167185	2621.42	45192.50	45258.12	-65.62
210	BABA	6	110.43640	-7.53353	437822	9167231	2065.00	44543.52	45258.54	-715.02
211	BABA	5	110.43476	-7.53290	437641	9167300	2018.83	44154.73	45258.30	-1103.57
212	BABA	7	110.43728	-7.53278	437919	9167314	2090.55	44970.32	45258.13	-287.81
213	BABA	4	110.43274	-7.53255	437418	9167339	1938.24	44546.48	45258.23	-711.75
214	BABA	8	110.39719	-7.53134	433496	9167467	1094.90	44647.11	45259.16	-612.05
215	UGMR	119	110.59724	-7.53114	455567	9167515	452.15	45310.14	45250.18	59.96
216	JRAK	19	110.45478	-7.53069	439850	9167547	2446.64	44868.75	45256.29	-387.54
217	BABA	3	110.43021	-7.53062	437139	9167551	1815.48	45089.45	45257.35	-167.90
218	MUSU	31	110.54280	-7.53046	449560	9167584	756.07	44992.61	45252.27	-259.66
219	BABA	2	110.42598	-7.52898	436671	9167732	1643.01	45408.75	45256.72	152.03
220	JRAK	27	110.44600	-7.52836	438881	9167804	2269.31	45231.41	45255.52	-24.11
221	JRAK	26	110.44425	-7.52694	438687	9167961	2137.63	46096.38	45254.88	841.50
222	JRAK	4	110.45106	-7.52627	439439	9168035	2315.52	45857.63	45254.25	603.38
223	BABA	1	110.41773	-7.52503	435761	9168168	1491.95	44859.28	45255.08	-395.80
224	JRAK	3	110.45137	-7.52485	439472	9168192	2214.48	46637.70	45253.50	1384.20
225	JRAK	25	110.44295	-7.52476	438543	9168201	2040.08	44561.14	45253.86	-692.72
226	JRAK	44	110.35384	-7.52134	428712	9168565	729.58	45218.05	45256.02	-37.97
227	JRAK	24	110.44170	-7.52107	438405	9168609	1869.98	45577.50	45252.04	325.46
228	JRAK	2	110.45169	-7.52077	439507	9168643	2004.36	46100.81	45251.45	849.36
229	JRAK	23	110.44057	-7.51761	438280	9168991	1751.98	46276.40	45250.34	1026.06
230	JRAK	1	110.45269	-7.51583	439617	9169189	1810.34	45822.61	45248.93	573.68
231	JRAK	22	110.43895	-7.51299	438100	9169501	1637.41	46031.91	45248.11	783.80
232	JRAK	36	110.51371	-7.51213	446349	9169607	990.88	45775.00	45244.36	530.64
233	JRAK	21	110.43390	-7.50895	437543	9169948	990.88	45775.00	45246.27	528.73
234	JRAK	43	110.36373	-7.50801	429801	9170041	899.30	44872.32	45248.89	-376.57
235	JRAK	35	110.50839	-7.50769	445761	9170097	1009.81	45363.17	45242.33	120.84
236	JRAK	34	110.49736	-7.50702	444544	9170170	1169.61	45029.00	45242.51	-213.51
237	JRAK	67	110.51846	-7.50584	446872	9170303	927.50	45187.93	45240.97	-53.04
238	JRAK	56	110.50773	-7.50438	445688	9170462	1011.70	44781.85	45240.69	-458.84
239	JRAK	31	110.45301	-7.50255	439651	9170658	1585.91	45444.80	45242.23	202.57
240	JRAK	57	110.50490	-7.50032	445376	9170911	1065.33	44932.94	45238.81	-305.87
241	JRAK	30	110.44163	-7.49993	438394	9170946	1510.57	45541.07	45241.42	299.65
242	JRAK	41	110.39060	-7.49887	432764	9171056	1098.45	44980.74	45243.14	-262.40
243	JRAK	32	110.46929	-7.49884	441446	9171070	1544.55	45080.00	45239.65	-159.65
244	JRAK	29	110.43176	-7.49757	437305	9171205	1384.01	45358.13	45240.66	117.47

245	JRAK	42	110.37866	-7.49686	431447	9171275	1130.33	45064.77	45242.66	-177.89
246	JRAK	71	110.47543	-7.49678	442123	9171298	1488.43	45045.45	45238.33	-192.88
247	JRAK	39	110.41133	-7.49628	435050	9171345	1187.55	45193.18	45240.94	-47.76
248	JRAK	66	110.53272	-7.49461	448444	9171545	793.99	45533.81	45234.69	299.12
249	JRAK	40	110.40025	-7.49435	433828	9171557	1120.86	45060.95	45240.45	-179.50
250	JRAK	68	110.45980	-7.49355	440399	9171654	1711.58	44643.39	45237.39	-594.00
251	JRAK	58	110.50302	-7.49112	445167	9171928	1125.35	45159.96	45234.25	-74.29
252	JRAK	72	110.47339	-7.48980	441897	9172070	1550.94	44898.01	45234.93	-336.92
253	JRAK	69	110.46192	-7.48865	440631	9172196	1776.08	44675.34	45234.89	-559.55
254	JRAK	50	110.38681	-7.48707	432344	9172359	1219.96	44721.20	45237.39	-516.19
255	JRAK	70	110.45987	-7.48428	440405	9172679	1854.67	45024.36	45232.74	-208.38
256	JRAK	59	110.49731	-7.48120	444536	9173024	1161.70	45230.61	45229.54	1.07
257	JRAK	60	110.48719	-7.47853	443419	9173318	1292.51	44592.03	45228.67	-636.64
258	JRAK	65	110.54121	-7.47676	449379	9173520	743.32	45192.03	45225.36	-33.33
259	JRAK	51	110.39111	-7.47625	432817	9173556	1291.90	44816.93	45231.75	-414.82
260	JRAK	93	110.45110	-7.46847	439435	9174425	2427.55	45227.80	45225.18	2.62
261	JRAK	92	110.44600	-7.46800	438872	9174476	2597.64	45205.07	45225.18	-20.11
262	JRAK	76	110.47407	-7.46700	441969	9174591	1590.48	44990.47	45223.42	-232.95
263	JRAK	52	110.39497	-7.46648	433241	9174637	1341.71	44520.43	45226.69	-706.26
264	JRAK	79	110.55784	-7.46590	451213	9174723	661.94	46402.65	45219.13	1183.52
265	JRAK	61	110.49716	-7.46550	444517	9174760	1135.58	45161.95	45221.66	-59.71
266	JRAK	91	110.44526	-7.46450	438790	9174864	2794.65	44677.80	45223.48	-545.68
267	JRAK	53	110.38652	-7.46130	432308	9175208	1321.26	44760.39	45224.46	-464.07
268	JRAK	90	110.44317	-7.45996	438558	9175364	2869.57	45131.88	45221.29	-89.41
269	JRAK	89	110.44010	-7.45713	438220	9175677	3020.98	43383.64	45220.00	-1836.36
270	JRAK	62	110.50912	-7.45694	445836	9175708	976.88	45268.21	45216.82	51.39
271	JRAK	63	110.52993	-7.45453	448132	9175976	798.25	45409.61	45214.67	194.94
272	JRAK	64	110.54446	-7.45382	449735	9176056	715.11	45633.14	45213.66	419.48
273	JRAK	88	110.44065	-7.45368	438280	9176059	3166.16	45624.29	45218.25	406.04
274	JRAK	54	110.38340	-7.45311	431963	9176114	1273.94	44528.63	45220.50	-691.87
275	JRAK	87	110.44196	-7.44984	438424	9176484	3102.68	45235.57	45216.25	19.32
276	JRAK	86	110.43958	-7.44755	438161	9176736	2875.01	45696.87	45215.20	481.67
277	JRAK	85	110.43819	-7.44623	438007	9176882	2843.99	45571.36	45214.63	356.73
278	JRAK	77	110.52539	-7.44508	447629	9177021	818.06	45301.23	45210.14	91.09
279	JRAK	83	110.43333	-7.44424	437470	9177101	2647.63	45354.36	45213.85	140.51
280	JRAK	84	110.43623	-7.44414	437791	9177113	2850.06	45360.89	45213.64	147.25
281	JRAK	78	110.53564	-7.44133	448760	9177436	751.49	45509.22	45207.81	301.41
282	JRAK	55	110.38109	-7.44035	431706	9177524	1259.37	44616.56	45214.20	-597.64
283	JRAK	82	110.42714	-7.43931	436788	9177645	2472.43	43797.99	45211.65	-1413.66
284	JRAK	81	110.42417	-7.43760	436459	9177834	2261.11	44912.11	45210.89	-298.78
285	NGAB	9	110.38909	-7.43565	432587	9178045	1260.44	44587.93	45211.47	-623.54

286	NGAB	8	110.39728	-7.43514	433491	9178102	1382.18	44249.41	45210.88	-961.47
287	JRAK	80	110.41849	-7.43494	435832	9178127	2030.51	44849.29	45209.83	-360.54
288	NGAB	7	110.40877	-7.43326	434759	9178312	1612.40	44894.40	45209.41	-315.01
289	NGAB	6	110.41431	-7.43238	435371	9178410	1717.26	45789.60	45208.73	580.87
290	NGAB	5	110.41162	-7.42879	435073	9178806	1643.47	45434.09	45207.05	227.04
291	NGAB	10	110.38759	-7.42645	432421	9179061	1248.26	44840.48	45206.94	-366.46
292	NGAB	4	110.41070	-7.42338	434971	9179405	1612.82	44981.54	45204.39	-222.85
293	NGAB	3	110.41224	-7.41870	435140	9179922	1523.34	45909.50	45201.98	707.52
294	NGAB	31	110.44438	-7.41610	438686	9180214	1590.23	46052.21	45199.23	852.98
295	NGAB	30	110.43638	-7.41589	437803	9180236	1603.23	45934.43	45199.48	734.95
296	NGAB	11	110.39222	-7.41433	432930	9180403	1302.52	45193.27	45200.68	-7.41
297	NGAB	2	110.41314	-7.41343	435238	9180505	1473.84	45627.57	45199.29	428.28
298	NGAB	1	110.40928	-7.40860	434812	9181038	1391.65	45379.50	45197.05	182.45
299	NGAB	34	110.47025	-7.40478	441540	9181469	1002.53	45474.04	45192.41	281.63
300	NGAB	29	110.43375	-7.40450	437512	9181495	1340.98	45802.75	45193.91	608.84
301	NGAB	15	110.37650	-7.40181	431193	9181784	1208.97	44991.01	45195.08	-204.07
302	NGAB	0	110.40442	-7.40112	434275	9181864	1306.99	45198.33	45193.51	4.82
303	NGAB	14	110.39070	-7.40081	432760	9181897	1302.81	45341.35	45193.97	147.38
304	NGAB	13	110.42016	-7.40042	436012	9181944	1346.70	45278.15	45192.45	85.70
305	NGAB	16	110.36290	-7.39843	429692	9182155	1002.16	45725.09	45194.02	531.07
306	NGAB	12	110.41430	-7.39662	435364	9182363	1323.89	45699.91	45190.82	509.09
307	NGAB	33	110.47833	-7.39660	442430	9182375	856.75	45181.89	45187.95	-6.06
308	NGAB	35	110.50092	-7.39242	444922	9182840	714.12	45219.29	45184.86	34.43
309	NGAB	17	110.34700	-7.39010	427936	9183074	728.59	44984.18	45190.55	-206.37
310	NGAB	27	110.44503	-7.38799	438754	9183322	1096.85	45728.15	45185.15	543.00
311	NGAB	23	110.40620	-7.38594	434468	9183543	1254.34	45541.00	45185.83	355.17
312	NGAB	26	110.45208	-7.38067	439531	9184132	986.71	44889.62	45181.15	-291.53
313	NGAB	32	110.47223	-7.38065	441755	9184136	823.83	45193.41	45180.23	13.18
314	NGAB	24	110.42676	-7.38003	436737	9184200	1108.34	45794.56	45181.95	612.61
315	NGAB	22	110.39290	-7.37547	432999	9184698	1175.92	45486.44	45181.19	305.25
316	NGAB	25	110.43770	-7.37479	437944	9184780	1032.66	45571.94	45178.86	393.08
317	NGAB	19	110.35160	-7.37163	428440	9185116	679.70	44216.54	45181.09	-964.55
318	NGAB	21	110.37890	-7.37101	431453	9185189	1030.66	45038.96	45179.57	-140.61
319	NGAB	20	110.36460	-7.37002	429875	9185296	897.30	44308.15	45179.72	-871.57
320	NGAB	18	110.32850	-7.36833	425890	9185478	615.15	44691.65	45180.47	-488.82

