

**PENDUGAAN POSISI DAPUR MAGMA GUNUNGAPI
INELIKA, FLORES, NUSA TENGGARA TIMUR
BERDASARKAN SURVEI MAGNETIK**

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

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

Oleh :

SASMITA FIDYANINGRUM
0910930064-93



JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENDUGAAN POSISI DAPUR MAGMA GUNUNGAPI
INELIKA, FLORES, NUSA TENGGARA TIMUR
BERDASARKAN SURVEI MAGNETIK**

HALAMAN PENGESAHAN

Oleh :

SASMITA FIDYANINGRUM
0910930064

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 1 Agustus 2013
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pemimbing I

Pemimbing II

Drs. Adi Susilo, M.Si., Ph.D
NIP. 196312271991031002

Yasa Suparman, ST
NIP. 197901072006041001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

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

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SASMITA FIDYANINGRUM
NIM : 0910930064
Jurusan : FISIKA
Penulis Tugas Akhir berjudul :

Dengan ini menyatakan bahwa :

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

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2013
Yang menyatakan,

(SASMITA FIDYANINGRUM)
NIM. 0910930064

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRAK

PENDUGAAN POSISI DAPUR MAGMA GUNUNGAPI INELIKA, FLORES, NUSA TENGGARA TIMUR BERDASARKAN SURVEI MAGNETIK

Gunungapi Inelika, Flores, Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu gunungapi muda berumur kuartar yang digolongkan aktif dan merupakan gunungapi tipe A. Gunungapi Inelika menampakkan kerucut gunungapi strato. Pada bagian selatan gunungapi ini, terdapat sumber air panas yang merupakan indikasi adanya potensi sumber panas bumi dimana kemungkinan dapat diindikasikan kondisi dapur magma di bawah permukaan. Metode magnetik merupakan salah satu metode yang memberikan gambaran tentang sebaran kemagnetan di permukaan bumi. Data yang digunakan merupakan data magnetik sekunder tahun 2010 dimana setelah dilakukan berbagai koreksi antara lain koreksi diurnal dan koreksi IGRF, diketahui nilai anomali magnetik total gunungapi Inelika adalah -537,9 hingga 189,9 nT. Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mengetahui pola kontur anomali magnetik pada daerah pengukuran. Untuk mempermudah dalam penginterpretasiannya dilakukan pengolahan data yang dikenal dengan pengangkatan (*Upward Continuation*) dan pengkutuban (*Reduce to pole*). Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan membuat model hasil *slicing* (sayatan) pada kontur anomali magnetik untuk mengetahui kondisi bawah permukaan. Dengan model bawah permukaan ini dapat diidentifikasi bahwa terdapat dapur magma di daerah barat daya.

Kata kunci : magnetik gunungapi Inelika, kondisi bawah permukaan, dapur magma

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRACT

ESTIMATION POSITION MAGMA CHAMBER IN INELIKA VOLCANO, FLORES, EAST NUSA TENGGARA USING MAGNETIC SURVEY

Inelika Volcano, Flores, East Nusa Tenggara is one of the young old volcanic area and it is classified as an active volcano-type A. Inelika volcanic cones appeared a strato volcanoes type. In the southern part of the volcano, there have hot springs which is this have geothermal potential it possible indicated in the magma chamber beneath the surface. The magnetic method is a method that provides an overview of distribution about magnetic field on the surface of the earth. The research used are secondary magnetic data in 2010 which after various corrections include the diurnal correction, and IGRF corrections, the value of total magnetic anomaly Inelika volcano is from -537,9 to 189,9 nT. Qualitative interpretation used to determine the contour pattern of magnetic anomalies. To simplify for interpreted this used upward continuation and reduce to the pole. Quantitative interpretation made by slice the contour of magnetic anomaly to determine and modelling the basement condition used suseptibility respon. The suseptibility model of subsurface or basement could be identified the magma chamber Inelika volcano in the southeast.

Keywords: *magnetic Inelika volcanoes, the conditions of the basement, magma chamber*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil' alamin

Puji syukur atas Ridlo Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Posisi Dapur Magma menggunakan Metode Magnetik di Area Gunungapi Inelika, Flores, Nusa Tenggara Timur” dapat terselesaikan dengan baik sebagai jalan untuk mendapatkan gelar Sarjana di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.

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

1. Orang tua Bapak Kasi'an dan Ibu Tutik Wulandari serta Adek Sinta Dwi Rahayu yang telah memberi dukungan dan semangat serta doa tanpa batas.
2. Bapak Adi Susilo selaku Ketua Jurusan Fisika sekaligus Pembimbing I.
3. Bapak Didik Yudianto selaku pembimbing sekaligus pemberi ide Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Yasa Suparman selaku pembimbing penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
5. Bapak Hendra Gunawan, Ibu Hetty, Pak Cahya, Pak Cahyo atas bimbingannya.
6. Seluruh staf PVMBG Bandung atas bantuannya.
7. Seluruh satpam PVMBG Bandung atas bantuannya.
8. Masku yang telah membantu, doa, ijin serta support untuk penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
9. Tete kos Gagak Gg. 2 yang telah memberi kesempatan penulis untuk singgah selama penelitian.
10. Leni teman kosku di Bandung yang telah mengajak jalan-jalan.
11. Dosen-dosen dan staf Jurusan Fisika atas ilmu dan pelayanan akademis diberikan selama ini kepada penulis.
12. Teman-teman seperjuangan selama Tugas Akhir Mbak Arin Wildani, Indria Restika, Welayaturromadhona, Yoppie Ardi Utomo atas kerjasama serta bantuan kalian selama Tugas Akhir.

13. Sahabat-sahabatku Nella Plis, Hilman, Ratih, Mz Ibnu, Papi Mus, Yeye, Dedek Kepin, Mbah Ali, Fera, Yunita, Uni, Miar, Iin, Robby, Mbak Ita, Atok, Adwi, Ciput, Mz Alin, Mz Aul, semuanya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu.
14. Grup Brotherhood yang selalu memberi inspirasi penulis.
15. Pak Miko-let yang senantiasa mengantar penulis baik di Malang maupun di Bandung kemanapun penulis pergi.
16. Seluruh teman-teman Fisika Universitas Brawijaya.
17. Seluruh pihak yang tak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis.

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

Malang, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kondisi Geografis Gunungapi Inelika.....	3
2.2 Sejarah Aktivitas Gunungapi Inelika.....	3
2.3 Pembentukan Gunungapi	7
2.4 Metode Magnetik	8
2.5 Medan Magnet Bumi dan Suseptibilitas.....	9
2.6 Anomali Medan Magnet.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	15
3.2 Rancangan Penelitian	16
3.3 Materi Penelitian	16
3.4 Metodologi Pengolahan Data	16
3.5 Interpretasi.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Interpretasi Kualitatif	23
4.2 Interpretasi Kuantitatif	30

BAB V PENUTUP	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Letak Gunungapi Inelika, Flores	3
Gambar 2. 2 Gunungapi Inelika (Anonymous, 2010).....	4
Gambar 2. 3 Lubang letusan (Kusnadi, dkk., 2002).....	5
Gambar 2. 4 Kawah gunungapi Inelika (Anonymous, 2010).....	7
Gambar 2. 5 Pembentukan magma (Anonymous, 2009)	8
Gambar 2. 6 Elemen medan magnet bumi yang digambarkan dalam bentuk kubus (Shuey, 1982).	9
Gambar 2. 7 Arah medan magnet yang dihasilkan dari sebuah muatan listrik yang bergerak (Lowrie, 2007)	10
Gambar 2. 8 Medan magnet di pusat lingkaran (Lowrie,2007).....	11
Gambar 3. 1 Peta Geologi Gunungapi Inelika.....	15
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 3 Sumber Ekuivalen (Blakely, 1995)	19
Gambar 4. 1 Lokasi pengambilan data	23
Gambar 4. 2 Intensitas magnetik total (TMI) area Gunungapi Inelika	24
Gambar 4. 3 Hasil Reduksi Bidang Datar	26
Gambar 4. 4 <i>Upward Continuation</i> 1500 m (anomali regional)	27
Gambar 4. 5 Hasil pengurangan kontur TMI dengan <i>Upward Continuation</i> 1500 m (anomali lokal).....	28
Gambar 4. 6 Kontur anomali lokal yang direduksi ke kutub (<i>reduce to pole</i>).....	29
Gambar 4. 7 Posisi <i>cross section</i> pada kontur anomali	31
Gambar 4. 8 Hasil pemodelan line A-A'	31
Gambar 4. 9 Hasil pemodelan line B-B'	32
Gambar 4. 10 Tampilan <i>Body Properties</i> software Encom Model Vision V 11.00 untuk mengetahui volume model dapur magma.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis kawah gunungapi Inelika5

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Nilai Suseptibilitas Batuan.....	39
Lampiran 2 : Model detail <i>line section</i> A-A'	41
Lampiran 3 : Model detail <i>line section</i> B – B'	42
Lampiran 4 : Peta topografi gunungapi Inelika	43
Lampiran 5 : Algoritma reduksi bidang datar metode sumber ekivalen.....	44



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekitar 129 gunungapi di Indonesia ini yang masih aktif. Gunungapi tidak dibentuk oleh pelipatan, erosi atau pengangkatan, tetapi dibentuk sendiri oleh adanya pengumpulan bahan erupsinya, seperti lava, jatuhnya piroklastik dan aliran piroklastik. Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada pada daerah *ring of fire* atau lingkaran gunungapi. Keadaan ini yang menyebabkan di Indonesia kaya akan gunungapi. Sebagian besar dari gunungapi yang terdapat di Indonesia merupakan gunungapi aktif tipe A atau gunungapi yang pernah meletus sejak tahun 1600. Maka dari itu Indonesia kerap kali terjadi gempa bumi yang disebabkan oleh aktifitas gunungapi (Anonimous, 2010).

Gunungapi Inelika merupakan salah satu gunungapi muda berumur kuartar yang digolongkan aktif dan merupakan gunungapi tipe A. Gunungapi Inelika membentang dari utara ke selatan. Di bagian utara dibatasi oleh gunungapi Wawolika dan bagian selatan dibatasi oleh gunungapi Inerie. Gunungapi Inelika, gunungapi Inerie, dan gunungapi Ebulobo tumbuh pada daerah depresi tektonik yang terbentuk di sebelah selatan jajaran pegunungan yang dibangun dalam zaman Tersier (Kusnadi, dkk.2002).

Gunungapi dibentuk dari hasil lava dan abu vulkanik yang mengeras. Lava berasal dari magma yang muncul ke permukaan, sehingga setiap gunungapi dipastikan memiliki dapur magma. Masih banyak yang belum melakukan penelitian mengenai gunungapi Inelika khususnya pendugaan posisi dapur magma. Naik turunnya aktivitas magma mempengaruhi medan magnet di daerah sekitar, sehingga metode magnetik adalah metode yang cocok digunakan untuk mendeteksi posisi dapur magma gunungapi Inelika.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat diangkat dari penelitian ini antara lain:

1. Dimanakah posisi dapur magma yang ada pada gunungapi Inelika?

2. Bagaimana kondisi bawah permukaan berdasarkan pemodelan hasil *line section*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini, yang akan dianalisis adalah

1. Menggunakan reduksi bidang datar dengan metode sumber ekuivalen.
2. Menggunakan filter kontinuitas ke atas (*Upward continuation*).
3. Menggunakan kontur anomali magnetik lokal.
4. Memodelkan dari hasil *line section* untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dengan memasukkan input nilai susceptibilitas.
5. Menggunakan peta geologi sebagai data pendukung.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu mengetahui posisi dapur magma dan kondisi bawah permukaan berdasarkan pemodelan bawah permukaan di gunungapi Inelika dengan menggunakan metode magnetik.

1.5 Manfaat

Menambah pengetahuan tentang penggunaan metode magnetik untuk mengetahui kondisi dapur magma khususnya di gunungapi Inelika

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Geografis Gunungapi Inelika

Gunungapi Inielika, terletak di sebelah timur kota Bajawa pada posisi geografis $8^{\circ}44'30''$ LS – $121^{\circ}03'51,45''$ BT merupakan bagian dari kaldera Bajawa dengan ketinggian bervariasi antara 600-1000 m di atas permukaan laut. Secara administratif lokasi Gunungapi Inielika termasuk Kecamatan Aimere Kabupaten Tk II Ngada, propinsi NTT.



Gambar 2. 1 Letak Gunungapi Inelika, Flores
(Anonimous, 2013)

Gunungapi Inelika merupakan salah satu gunungapi muda berumur kuartar yang digolongkan aktif dengan tipe gunung A. Gunungapi Inelika membentang dari utara ke selatan dimana bagian utara dibatasi oleh Gunung Wawolika dan bagian selatan dibatasi oleh Gunung Inerie. Gunungapi Inelika menampilkan kerucut gunungapi strato (*stratovolcano*) pada kelompok gunungapi yang mengandung berbagai struktur gunungapi yaitu kerucut dan kawah. Gunungapi tersebut tumbuh pada dasar kaldera Lobobutu (Neumann dan Padang, 1951 dalam Santoso, dkk., 2002).

2.2 Sejarah Aktivitas Gunungapi Inelika

Gunungapi Inelika merupakan salah satu dari 16 gunungapi muda berumur kuartar yang digolongkan aktif hingga sekarang. Gunungapi Inelika tumbuh berkembang dengan sejumlah titik

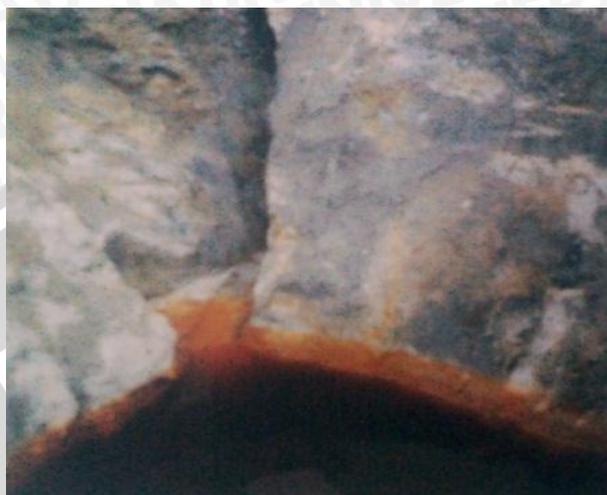
aktivitas kawah ke arah selatan yang cenderung menyatu dengan gunungapi Inerie yang membentuk kelompok gunungapi muda berjajar membentang dari utara ke selatan.

Letusan gunungapi Inelika yang diketahui terjadi pada November 1905 dimana letusannya berupa letusan eksplosif selama 5 jam dan menimpa daerah seluas 106.800 m^2 . Setelah beristirahat selama 95 tahun, gunungapi Inelika kembali meletus pada 11 Januari 2001 pukul 19:15 WIT. Produk letusannya adalah abu dan lapili. Abu letusan tersebar ke arah selatan hingga kota Bajawa dan ke arah tenggara mengarah ke Desa Naru. Ketebalan abu hingga mencapai 5 cm. Sedangkan lapili yang dimuntahkan bersama abu memiliki ukuran dari pasir hingga bom ($\pm 50 \text{ cm}$) jatuh sekitar kawah dengan radius 500 m dari pusat letusan dengan ukuran lapili mencapai diameter 2 hingga 3 cm (Santoso, dkk., 2002).



Gambar 2. 2 Gunungapi Inelika (Anonimous, 2010).

Menurut Kemmerling, 1929 ada sekitar 10 lubang letusan (Gambar 2.3) yang menempati daerah seluas 5 km^2 .



Gambar 2. 3 Lubang letusan (Kusnadi, dkk., 2002)

Neumann van Padang mencirikan jenis letusan ini mengandung letusan semi magmatik dimana terdapat endapan lumpur dan batuan lepas sebagai endapan lahar ke arah timur laut (Kusumadinata, 1979). Dari hasil letusan ini terbentuk beberapa kawah antara lain (Tabel 2.1)

Tabel 2. 1 Jenis-jenis kawah gunungapi Inelika

Kawah	Puncak Kawah		Dasar Kawah	
	Ukuran (m)	Ketinggian (m)	Ukuran (m)	Ketinggian (m)
Wogo Lega Selatan	560 x 400	1490-1550	360	1473
Wolo Lega Utara	750 x 600	1465-1550	400 x 300	1454
Wolo Ranu	750 x 600	1375-1528	325 x 300	1368
Kawah Timur dari Wolo Lega Utara	600	1559	300	1430

Lanjutan Tabel 2.1

Kawah	Puncak Kawah		Dasar Kawah	
	Ukuran (m)	Ketinggian (m)	Ukuran (m)	Ketinggian (m)
Kawah Utara dari Wolo Ranu	500 x 400	1400-1483	280 x 200	1383
Wolo Inelika Barat	600	1417-1559	370	1417
Wolo Inelika Timur	320 x 280	1360-1400	200	1348
Lubang Letusan	125	1400	25	1356

Pada gunungapi Inelika ini, kawah-kawah tersebut (Gambar 2.4) umumnya terdapat hampir disemua puncak kerucut, terutama pada kerucut gunungapi dan kawah ini merupakan sisa dari erupsi. Kawah-kawah ini terlihat saling berpotongan. Kawah-kawah tersebut muncul sejak tahun 1905 saat meletusnya gunungapi Inelika. Pada saat ini aktivitas vulkanik pada kawah ini tidak begitu terlihat, hanya di dinding kawah ada batuan lava yang berubah akibat temperatur dan banyak mengandung sisa-sisa belerang (Rivai dan Mudjiman, 1996).

Di puncak gunungapi Inelika tampak tiga kawah bentukan baru dengan ciri-ciri :

- Kawah paling besar berwarna biru kehijauan.
- Ukuran paling kecil berwarna hitam.
- Dengan ukuran lebih kecil dari kawah yang pertama berwarna merah kehitaman (Santoso, dkk., 2002).



Gambar 2. 4 Kawah gunungapi Inelika (Anonimous, 2010)

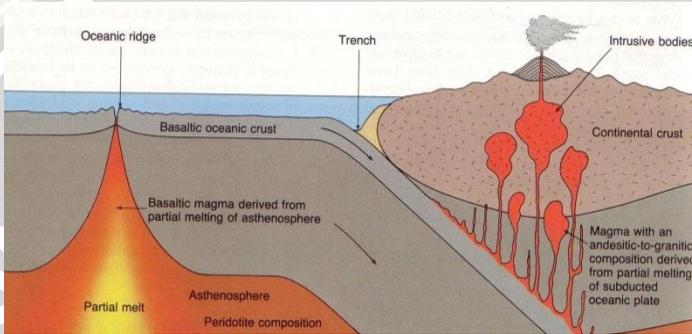
Gunungapi Inelika ini dilalui beberapa sesar yang terbentang dari barat daya hingga timur laut dan termasuk dalam sesar normal. Pada bagian selatan, sesar tersebut turun sehingga pada bidang patahan muncul titik-titik solfatar serta mata air panas (Santoso, dkk., 2002).

2.3 Pembentukan Gunungapi

Gabungan aktivitas magma dengan pembentukan pegunungan (Gambar 2.5) merupakan bagian dari proses diferensiasi dimana material-material bumi terpisah dan terkonsentrasi dalam lapisan-lapisan menurut densitasnya. Aktivitas magma ini merupakan penyebab diferensiasi magma. Konsentrasi material bumi yang lebih ringan pada kerak benua terjadi dalam dua tahap, yaitu :

- Fase pertama dimulai pada pusat pemekaran dimana peleburan parsial peridotit dalam selubung atas menghasilkan magma basaltik. Basalt mengandung lebih banyak elemen-elemen ringan dibandingkan peridotit terutama silikon dan oksigen.
- Fase kedua peleburan parsial kerak samudera membentuk magma kaya akan silika yang kemudian berada dalam jalur pegunungan sebagai intrusi granitik dan produk vulkanik

andesitik. Proses ini jauh memisahkan elemen-elemen ringan terutama silikon dan oksien dan mengelompokkannya dalam kerak benua. Kerak benua granitik kepadatannya lebih rendah dari kerak samudera dan daya apungnya membuat kerak benua tidak tenggelam pada subduksi (Sapiie, dkk., 2011).



Gambar 2. 5 Pembentukan magma (Anonimous, 2009)

2.4 Metode Magnetik

Metode magnetik didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi (suseptibilitas). Variasi yang terukur (anomali) berada dalam latar belakang medan yang relatif besar. Variasi intensitas medan magnetik yang terukur kemudian ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik di bawah permukaan, yang kemudian dijadikan dasar bagi pendugaan keadaan geologi yang mungkin.

Metode magnetik memiliki kesamaan latar belakang fisika dengan metode gravitasi, kedua metode sama-sama berdasarkan kepada teori potensial, sehingga keduanya sering disebut sebagai metoda potensial. Namun demikian, ditinjau dari segi besaran fisika yang terlibat, keduanya mempunyai perbedaan yang mendasar. Dalam magnetik harus mempertimbangkan variasi arah dan besar vektor magnetisasi. sedangkan dalam gravitasi hanya ditinjau variasi besar vektor percepatan gravitasi. Data pengamatan magnetik lebih menunjukkan sifat residual yang kompleks. Dengan demikian, metode magnetik

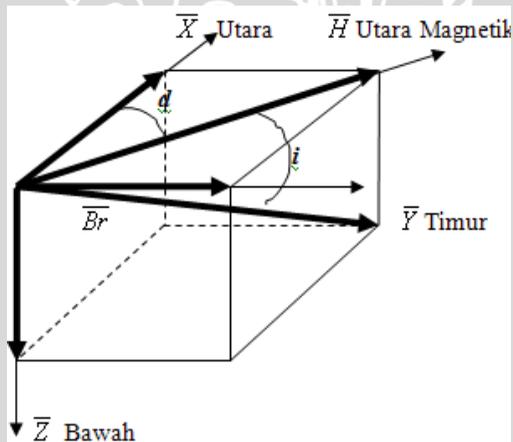
memiliki variasi terhadap waktu jauh lebih besar. Pengukuran intensitas medan magnetik bisa dilakukan melalui darat, laut dan udara. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, panas bumi, dan batuan mineral serta bisa diterapkan pada pencarian prospeksi benda-benda arkeologi (Telford, 1976).

2.5 Medan Magnet Bumi dan Suseptibilitas

Pada tahun 1893 Gauss pertama kali melakukan analisa harmonik dari medan magnetik bumi untuk mengamati sifat-sifatnya. Analisa selanjutnya yang dilakukan oleh para ahli mengacu pada kesimpulan umum yang dibuat oleh Gauss yaitu :

- Intensitas medan magnetik bumi hampir seluruhnya berasal dari dalam bumi.
- Medan yang teramati di permukaan bumi dapat didekati dengan persamaan harmonik yang pertama yang berhubungan dengan potensial dwikutub di pusat bumi mempunyai kemiringan 11.5° terhadap sumbu geografi.

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi (Gambar 2.6), yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya.



Gambar 2. 6 Elemen medan magnet bumi yang digambarkan dalam bentuk kubus (Shuey, 1982).

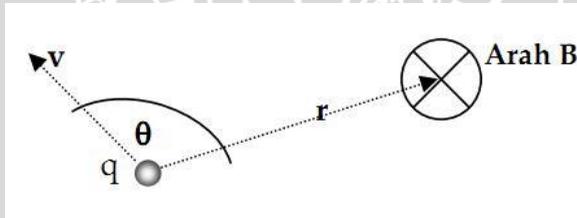
Parameter fisis tersebut meliputi :

- *Deklinasi (D)*, yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur
- *Inklinasi (I)*, yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah

Menurut hukum Biot-Savart, medan magnet dapat dihasilkan dari muatan listrik q yang bergerak dengan kecepatan v , medan magnet yang dihasilkan adalah

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 q(v \times \hat{r})}{4\pi r^2} \quad (2.1)$$

Dimana μ_0 merupakan konstanta permeabilitas ($4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²), r adalah jarak dari muatan dari medan magnet yang diukur dan \hat{r} adalah vektor satuan dengan arah tegak lurus permukaan yang dibentuk perkalian vektor v dan r .



Gambar 2. 7 Arah medan magnet yang dihasilkan dari sebuah muatan listrik yang bergerak (Lowrie, 2007)

Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetics Reference Field (IGRF)* yang diperbarui setiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km² yang dilakukan dalam waktu 1 tahun. Medan magnet bumi terdiri dari tiga bagian :

1. Medan magnet utama (*main field*)

Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 10 km².

2. Medan magnet luar (*external field*)

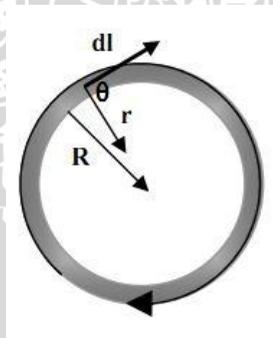
Pengaruh medan magnet luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionisasi di atmosfer, maka perubahan medan ini terhadap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

3. Medan magnet anomali

Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti magnetite ($F_{e7}S_8$), titanomagnetite ($F_{e2}T_iO_4$) dan lain-lain yang berada di kerak bumi (Telford, 1976).

Medan magnet di pusat lingkaran diberikan persamaan

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad (2.2)$$



Gambar 2. 8 Medan magnet di pusat lingkaran (Lowrie,2007)

Karena sudut θ yang dibentuk antara vektor $d\vec{l}$ dengan vektor satuan \hat{r} pada setiap titik adalah 90° , maka

$$d\vec{l} \times \hat{r} = dl \sin 90^\circ = dl$$

Jika dI diintegrasikan untuk seluruh lingkaran maka total lintasan adalah keliling lingkaran $= 2\pi r$, maka

$$\bar{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{2\pi r}{r^2}$$

$$\bar{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \quad (2.3)$$

Dari persamaan induksi di atas, dapat diketahui nilai intensitas magnet \bar{H} dengan persamaan

$$\bar{H} = \frac{\bar{B}}{\mu_0} - \bar{M} \quad (2.4)$$

Momen magnetik m dari setiap atom dikaitkan dengan sebuah loop arus, jumlah momen magnetik sebuah benda bervolume V bergantung pada derajat kesejajaran dari momen magnetik tiap atom dalam suatu material. Momen magnetik per unit volume suatu material disebut magnetisasi (\bar{M}).

$$\frac{\bar{B}}{\mu_0} = \bar{H} + \bar{M}$$

$$\bar{B} = \mu_0(\bar{H} + \bar{M}) \quad (2.5)$$

Di ruang hampa, tidak ada nilai kemagnetan ($\bar{M}=0$), vektor B dan H keduanya paralel dan proporsional ($\bar{B} = \mu_0 \bar{H}$). Di dalam sebuah benda yang termagnetisasi medan magnet \bar{B} memiliki dua sumber yaitu berasal dari sistem arus eksternal asli menghasilkan medan magnetisasi \bar{H} dan berasal dari kumpulan arus atomik internal yang menyebabkan momen magnet atomik, yang mana jumlah kesejajarannya diekspresikan sebagai kemagnetan \bar{M} .

Secara umum, pada bahan magnetik anisotropis \bar{B} , \bar{M} dan \bar{H} adalah tidak paralel. Namun, banyak material magnetik yang tidak anisotropis secara kuat dan dalam keadaan dasar momen magnetik atomik sejajar dengan model statistik terhadap medan magnetisasi. Dalam hal ini \bar{M} dan \bar{H} adalah paralel dan proporsional satu dengan yang lain.

$$\bar{M} = k\bar{H} \quad (2.6)$$

k merupakan faktor proporsional dari suatu material yang biasa disebut dengan suseptibilitas (kemampuan suatu bahan untuk meneruskan medan magnet). Tetapan ini tidak berdimensi dan kaitannya dengan permeabilitas magnetik (μ) adalah $\mu = (1+k)$ (Lowrie, 2007).

2.6 Anomali Medan Magnet

Di dalam penelitian dengan metode magnetik, pada umumnya proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *magnetometer* (misalnya, *PPM*). Instrumen ini mengukur besarnya (*magnetude*) medan magnet total tanpa memandang arah vektornya. Anomali medan magnetik total bumi merupakan medan magnet yang dibangkitkan oleh anomali atau batuan termagnetisasi pada kerak bumi sebagai akibat adanya induksi medan utama magnetik bumi. Anomali ini dihitung dari pengukuran medan magnet total dikurangi medan utama magnetik bumi tersebut (menggunakan nilai *IGRF* yang sesuai dengan lokasi penelitian).

Medan utama magnetik bumi (*main field*) \bar{H}_M dan medan magnet benda penyebab anomali medan magnet \bar{H}_A memberikan sumbangan dalam medan magnet total bumi sehingga medan magnet total bumi pun berubah dan dapat ditulis dengan :

$$\bar{H}_T = \bar{H}_M + \bar{H}_A \quad (2.7)$$

Jika \bar{H}_T menggambarkan medan magnet total pada suatu titik dan \bar{H}_M medan magnet utama bumi pada suatu titik yang sama, seperti yang disajikan dalam gambar di bawah ini, maka anomali medan magnet total diberikan oleh:

$$\Delta\bar{H} = \bar{H}_T - \bar{H}_M \quad (2.8)$$

(Blakely, 1995)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

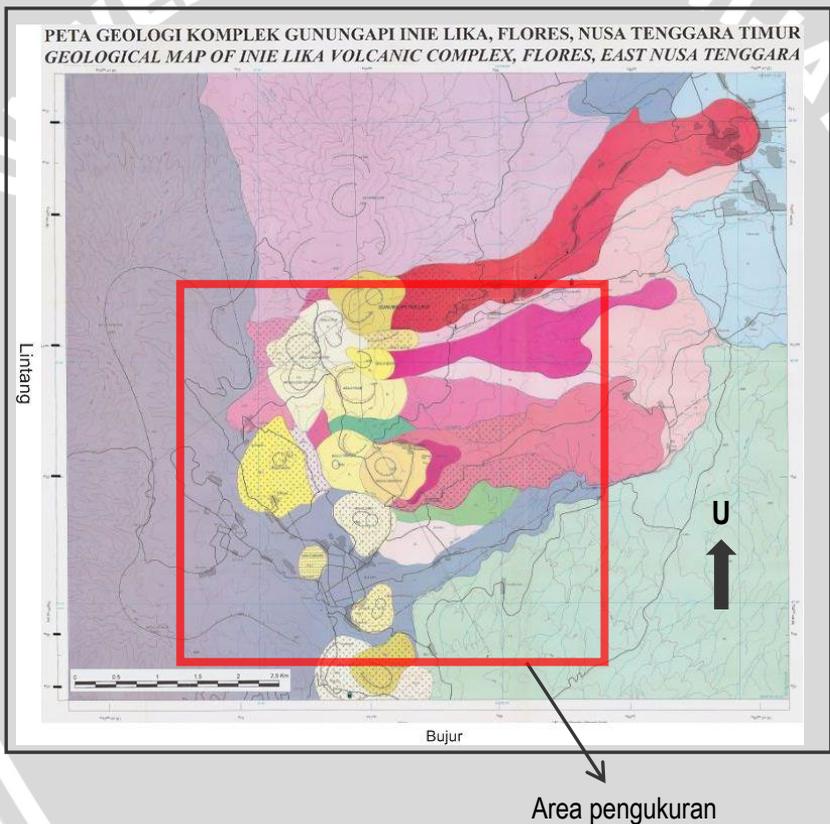
Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 April-10 Mei 2013 di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Bandung, Jawa Barat. Daerah Penelitian adalah Gunungapi Inelika, Kecamatan Aimere, Kabupaten Tk. II Ngada, Flores, Propinsi Nusa Tenggara Timur.



Gambar 3. 1 Peta Geologi Gunungapi Inelika
(Kartadinata, dkk., 2000)

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menganalisis data magnetik sekunder yang didapatkan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Bandung. Pengukuran data primer dilakukan oleh kelompok penelitian magnetik PVMBG tahun 2010. Dari data yang didapatkan, dilakukan pengolahan data dan analisa berdasarkan prinsip-prinsip fisika sehingga didapatkan kesimpulan mengenai posisi dapur magma yang berada di Gunungapi Inelika.

3.3 Materi Penelitian

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

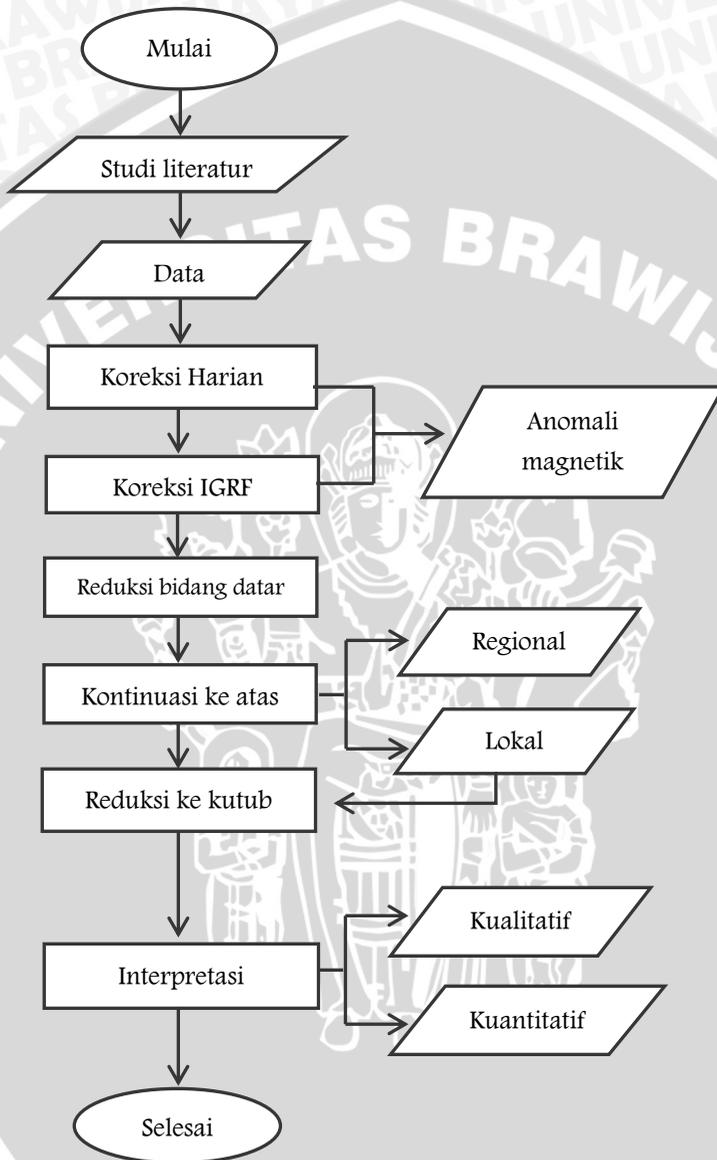
- a. Rekaman data magnetik Gunungapi Inelika tahun 2010.
- b. Perangkat Lunak yang digunakan diantaranya,
 - Ms. Excel untuk perhitungan koreksi IGRF dan harian.
 - Geosoft Oasis Montaj untuk membuat kontur anomali magnetik.
 - Encom Model Vision V 11.00 untuk membuat pemodelan bawah permukaan.

3.4 Metodologi Pengolahan Data

Langkah yang dilakukan pada pengolahan dengan data magnetik sekunder tahun 2010. Data diolah pada Ms Excel dengan menghitung koreksi harian, koreksi IGRF, dan nilai residu anomali medan magnetnya.

Koreksi diurnal merupakan penyimpangan intensitas medan magnet bumi disebabkan adanya perubahan waktu pengukuran dan efek dari sinar matahari dalam satu hari. Koreksi harian adalah koreksi yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian. Perhitungan dari koreksi diurnal ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft office (Excel)*, dimana nilai koreksi diurnal ini dihitung dengan menggunakan

$$H_{vh} = \frac{(t_n - t_{aw})}{(t_{ak} - t_{aw})} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (3.1)$$



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Dimana,

t_n	= waktu pada titik n
t_{aw}	= waktu pada titik awal
t_{akh}	= waktu pada titik akhir
H_{akh}	= nilai medan magnet di titik akhir
H_{awl}	= nilai medan magnet di titik awal

Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF. Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF.

$$H_{IGRF} + \Delta H = \frac{B}{\mu_0} - M$$

H_{IGRF} yang didapat dari pendekatan model bumi, dan $(\frac{B}{\mu_0} - M)$ merupakan intensitas magnet dari sebuah benda bervolume (persamaan 2.4). Dimana $(H_{IGRF} + \Delta H)$ merupakan medan magnet yang didapat dari bumi dan ada pengaruh luar, maka dilakukan koreksi harian (ΔH_{vh}). Data hasil koreksi variasi harian dan koreksi IGRF ini disebut anomali medan magnetik (ΔH), yaitu:

$$H_{obs} = \Delta H_{vh} + H_{IGRF} + \Delta H$$

atau

$$\Delta H = H_{obs} - \Delta H_{vh} - H_{IGRF} \quad (3.2)$$

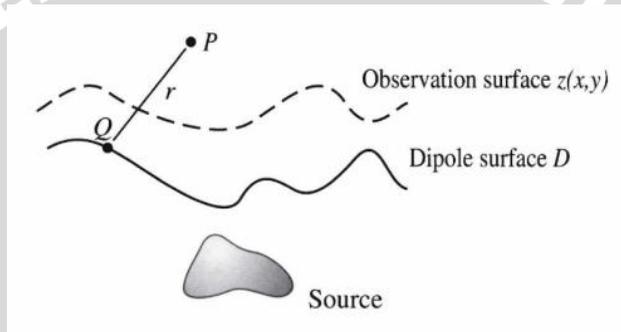
H_{obs} = harga medan magnet terukur

ΔH_{vh} = variasi harian medan magnet terukur

H_{IGRF} = medan magnet utama bumi

Anomali medan magnet ini masih berada pada topografi yang tidak rata, sehingga data anomali tersebut perlu diproyeksikan ke bidang datar dengan ketinggian yang sama. Suatu metode yang dapat dipergunakan untuk membawa data

medan potensial hasil observasi yang masih terdistribusi di bidang yang tidak horisontal (misalnya bidang topografi) ke bidang horisontal dengan metode sumber ekuivalen. Sumber dihitung dimana kemungkinan tidak akan menyerupai distribusi sumber anomali, tapi identitas ketiga Green meyakinkan bahwa sumber alternatif dapat menyebabkan medan potensial yang sama di daerah terbatas. Distribusi sumber harus menghasilkan medan potensial yang harmonis di area yang “menarik”, dan hilang di ketinggian tak terhingga, dan menghasilkan bidang yang diamati.



Gambar 3. 3 Sumber Ekuivalen (Blakely, 1995)

Kita menginginkan lapangan pada P titik di atas permukaan yang lapangan telah diukur (Gambar 3.3). Permukaan pengamatan dan elevasi yang tidak rata, dapat direpresentasikan sebagai fungsi posisi horizontal. Diasumsikan potensial P disebabkan oleh distribusi ganda m di permukaan D

$$U(P) = \int_D m \cdot \nabla_Q \frac{1}{r} dS = \int_D m(x', y') \frac{\hat{m} \cdot \hat{r}}{r^2} dS \quad (3.3)$$

dimana $Q(x', y')$ adalah titik integrasi dan r adalah vektor dengan panjang r diarahkan dari Q ke P (Gambar 3.3). Distribusi ganda memiliki bentuk yang sama sebagai penyebaran dipol magnetik, tapi hal ini tidak membatasi penerapannya terhadap medan magnet, U mewakili potensi lapangan apapun. Bentuk dan lokasi permukaan D belum ditentukan, tetapi harus berada tepat atau di bawah permukaan observasi. Sumber distribusi ini akan mencapai

tujuan jika $U(P)$ harmonik di atas permukaan observasi, z mendekati tak hingga, dan bidang yang sama diamati setiap kali P terletak pada permukaan observasi. Untuk 2 kondisi pada persamaan 3.3 merupakan dasar untuk bidang potensi distribusi dipol. Sedangkan untuk kondisi ketiga jika dipilih $m(x, y)$ sehingga

$$U(x, y, z(x, y)) = \int_D m(x', y') \frac{\hat{m} \cdot \hat{r}}{r^2} dS \quad (3.4)$$

Karena sisi kiri persamaan 3.4 diketahui, masalah tereduksi menjadi : pertama yaitu memilih model untuk unit vektor m (yang belum tentu seragam) dan permukaan D . Kedua yaitu mencari solusi untuk $m(x, y)$, dan yang ketiga menggunakan $m(x, y)$ dalam persamaan 3.3 untuk menemukan $U(P)$, bidang *upward-continued*. Jika P selalu di bawah (atau atas) permukaan observasi, maka D berada di permukaan observasi, dimana persamaan 3.4 menjadi

$$U(x, y, z(x, y)) = 2\pi m(x, y) \hat{m} \cdot \hat{n} + \int_{D=z(x, y)} m(x', y') \frac{\hat{m} \cdot \hat{r}}{r^2} dS \quad (3.5)$$

Dimana \hat{n} adalah normal untuk permukaan observasi. Persamaan 3.5 dapat menemukan $m(x, y)$ dari metode aproksimasi untuk sebuah model yang dipilih untuk \hat{m} . Dalam prakteknya, biasanya bidang potensi yang diamati diinterpolasi ke suatu *grid*, sehingga integral permukaan dalam persamaan 3.3 dan 3.5 dapat diganti dengan penjumlahan ganda. Penyebaran dipol dapat didekati dengan dipol diskrit di persimpangan persegi dengan aspek dimana setiap aspek berpusat di sekitar persimpangan *grid* dan memiliki momen dipol seragam (Blakely, 1995).

Kontinuasi ke atas dilakukan terhadap anomali medan magnet total di bidang datar. Secara umum kontinuasi ini sangat berguna dan merupakan operasi filter. Tujuan dari kontinuasi ke atas ini untuk menghilangkan pengaruh lokal yang masih terdapat pada data dan mencari pengaruh dari anomali regionalnya. Semakin tinggi kontinuasi data, maka informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas (Nurdiyanto, dkk., 2004).

Sifat potensial dari medan magnet dapat dihitung pada ketinggian tertentu (dan dalam beberapa kasus di bawah ini) tingkat pengukuran. Prosedur yang digunakan adalah *upward*

continuation dari medan potensial. Hal ini merupakan operasi *filter*. Mereduksi ke bidang atas dari bidang yang asli dapat mengurangi pengaruh benda-benda yang dalam, sehingga menampakkan bidang regional. Magpick menggunakan jenis yang sangat sederhana regularisasi Tikhnonov. Dalam spektral domain *upward* dapat ditulis sebagai

$$F(u, v) = s(u, v) \times f(u, v) \Rightarrow F(u, v) = \frac{s(u, v)}{1 + \alpha s(u, v)^2} \times f(u, v) \quad (3.6)$$

Dimana $f(u, v)$ adalah spektrum dari bidang yang ditransformasikan, $F(u, v)$ adalah spektrum dari *upward continuation*, $s(u, v)$ adalah spectrum dari transformasi, dan α parameter regulasi kecil (Tchernychev, 1998)

Untuk mendapatkan anomali lokal yaitu dengan mengurangi data intensitas medan magnet total di bidang datar dengan data anomali medan magnet total hasil kontinuitas pada ketinggian dimana hanya menyisakan medan magnet total yang berasal dari pengaruh anomali regional.

$$\text{anomali lokal} = TMI - \text{kontinuitas ke atas} \quad (3.7)$$

Dimana TMI adalah intensitas medan magnet total dan kontinuitas ke atas adalah anomali regionalnya. Data anomali medan magnet total hasil kontinuitas kemudian direduksi ke kutub dengan tujuan dapat melokalisasi daerah-daerah dengan anomali maksimum tepat berada di atas penyebab anomali, sehingga dapat memudahkan dalam melakukan interpretasi. Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi benda menjadi 90^0 dan deklinasinya 0^0 . Dari data hasil reduksi ke kutub ini dapat dilakukan interpretasi secara kualitatif (Nurdiyanto, dkk., 2004). Reduksi ke kutub didapatkan dari persamaan 3.8

$$L(\theta) = \frac{[\sin(I) - i \cos(I) \cdot \cos(D - \theta)]^2}{[\sin^2(I_a) + \cos^2(I_a) \cdot \cos^2(D - \theta)] \cdot [\sin^2(I) + \cos^2(I) \cdot \cos^2(D - \theta)]} \quad (3.8)$$

Dimana,

I = inklinasi geomagnetik

I_a = inklinasi untuk koreksi amplitudo

D = deklinasi geomagnetik

Dengan parameter I_a inklinasi yang digunakan untuk koreksi amplitudo sekitar ± 20 derajat. Jika $|I_a|$ ketetapanya lebih rendah dari $|I|$, itu adalah kumpulan I . Reduksi ke kutub memiliki komponen amplitudo ($\sin(I_a)$) dan komponen fasenya ($i \cos(I) \cdot \cos(D - \theta)$). Ketika reduksi ke kutub dari garis khatulistiwa, fitur utara-selatan dapat mengangkat sehingga koreksi amplitudonya kuat (komponen $\sin(I)$) yang diterapkan ketika (D -) adalah $\theta/2$ (dalam contoh angka gelombang magnetik timur ke barat). Dengan menentukan lintang yang lebih tinggi untuk koreksi amplitudo saja, masalah ini dapat dikurangi atau dihilangkan dengan mengorbankan koreksi bawah amplitudo fitur utara-selatan. Inklinasi amplitudo dari 90 penyebab hanya komponen fase yang diterapkan pada data (bukan koreksi amplitudo), dan sebuah nilai 0 (nol) menyebabkan komponen fase dan amplitudo diterapkan untuk semua rentang (*range*) (Geosoft, 2007)

3.5 Interpretasi

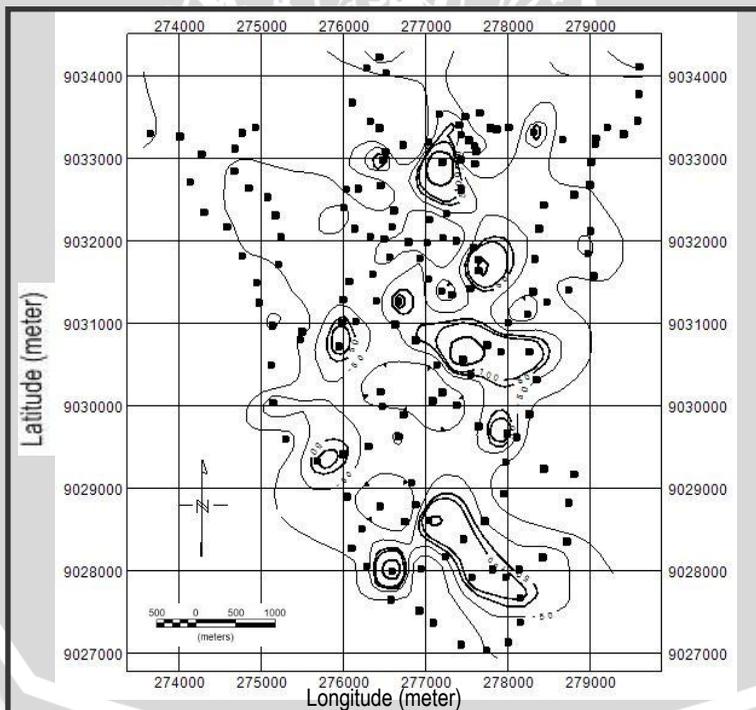
Interpretasi data anomali magnetik dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Metode yang digunakan dalam interpretasi/penafsiran data secara kualitatif adalah dengan menganalisa kondisi geologi serta peta kontur anomali medan magnetik total dengan hasil *reduce to pole*. Sedangkan metode yang digunakan dalam interpretasi/penafsiran data secara kuantitatif adalah dengan pemodelan bawah permukaan hasil *line section* (sayatan) dan menganalisanya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Interpretasi Kualitatif

Metode magnetik merupakan salah satu metode yang memberikan gambaran tentang sebaran kemagnetan di permukaan bumi (Lowrie, 2007). Intensitas medan magnetik total (TMI) atau dikenal sebagai anomali magnetik total diperoleh dengan membuat kontur dari hasil perhitungan koreksi diurnal dan IGRF.

Interpretasi secara kualitatif dilakukan untuk mengetahui pola kontur anomali magnetik pada daerah pengukuran (Gambar 4.1). Untuk mempermudah dalam penginterpretasiannya dilakukan pengolahan data yang dikenal dengan pengangkatan (*Upward Continuation*) dan Pengkutuban (*Reduce to pole*).



Gambar 4. 1 Lokasi pengambilan data

Dari hasil perhitungan melalui koreksi diurnal dengan IGRF berdasarkan persamaan

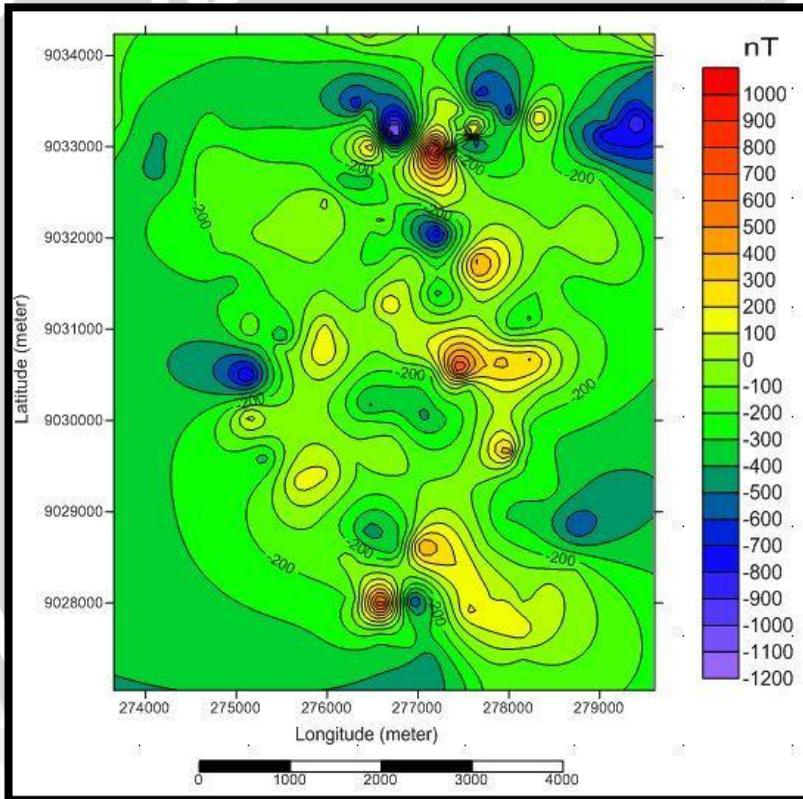
$$\Delta H = H_{obs} \pm \Delta H_{vh} - H_{IGRF} \quad (4.1)$$

H_{obs} = harga medan magnet terukur

ΔH_{vh} = variasi harian medan magnet terukur

H_{IGRF} = medan magnet utama bumi

(Pamitro, 2012)



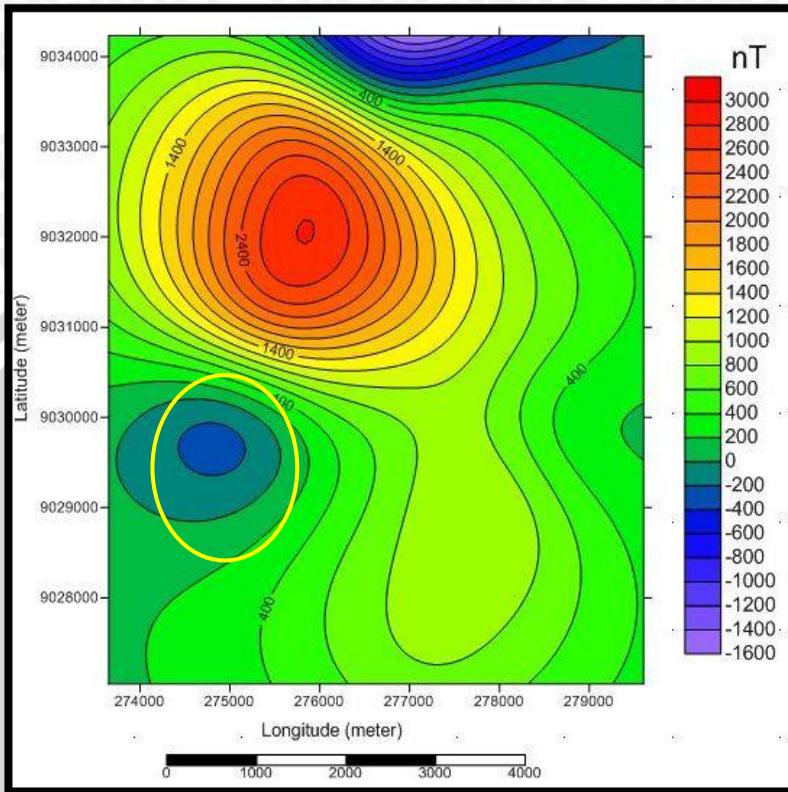
Gambar 4. 2 Intensitas magnetik total (TMI) area Gunungapi Inelika

Nilai IGRF pada daerah ini diasumsikan memiliki nilai yang sama karena area pengukuran yang tidak terlalu luas. Dari perhitungan sesuai persamaan 4.1, maka didapatkan anomali magnetik total atau intensitas magnetik total (Gambar 4.2).

Pada Gambar 4.2 menunjukkan nilai intensitas magnetik yang berbanding lurus dengan nilai suseptibilitas dimana seperti dijelaskan pada persamaan 2.6. Dari kontur intensitas magnetik total tersebut terlihat nilai intensitas tinggi terletak mulai utara hingga selatan dengan nilai berkisar antara -537,9 hingga 189,9 nT (nano Tesla, $1 \text{ nT} = 10^{-9} \text{ T}$). Dari kontur di atas, dapat dijelaskan bahwa magma gunungapi Inelika merupakan magma yang berkomposisi andesit-basaltik dengan nilai suseptibilitas rendah. Semakin ke arah luar kontur, nilai magnetik semakin rendah dimana ditunjukkan pada kontur yang berwarna biru. Hasil pembekuan magma atau yang biasa disebut dengan batuan beku antara lain adalah batuan andesit dan basalt. Untuk ukuran dan tekstur batumannya bergantung pada kecepatan pendinginan magma. Batuan beku pada daerah gunungapi Inelika termasuk batuan jenis afanitik yaitu berbutir sangat halus dan butiran mineralnya hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Batuan jenis ini termasuk dalam pendinginan magma dengan kecepatan tinggi.

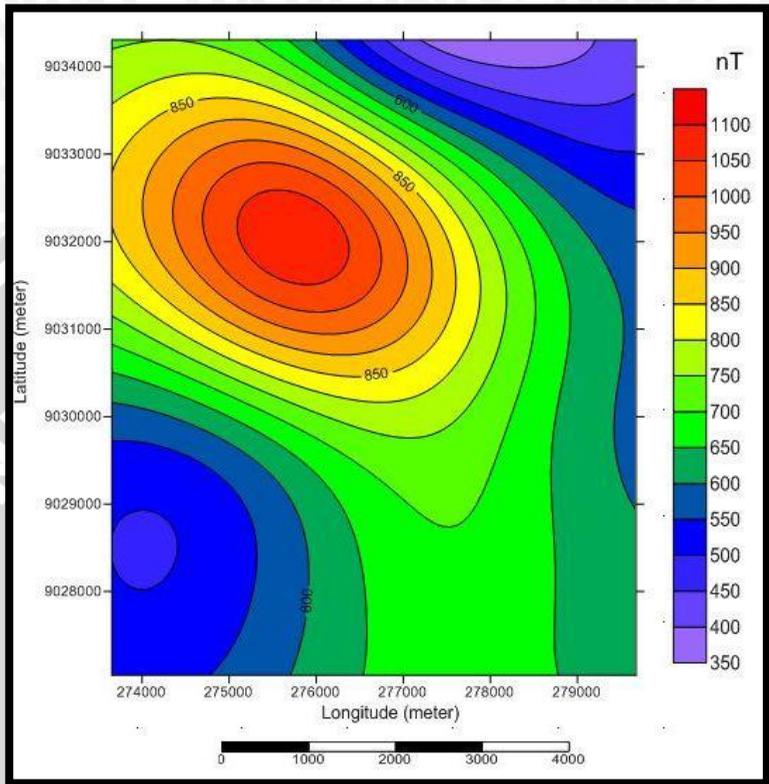
Berdasarkan peta geologi, area gunungapi Inelika memiliki sesar yang merupakan sesar normal terbentang dari barat daya hingga timur laut dimana bagian turun yaitu bagian selatan muncul titik-titik solfatar serta mata air panas (Salman dan Hidayat, 2000).

Selanjutnya kontur intensitas magnetik total tersebut direduksi bidang datar dengan metode sumber ekuivalen. Metode ini dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman Matlab R2010. Hasil reduksi bidang datar kemudian dibuat kontur seperti yang terlihat pada gambar 4.3.



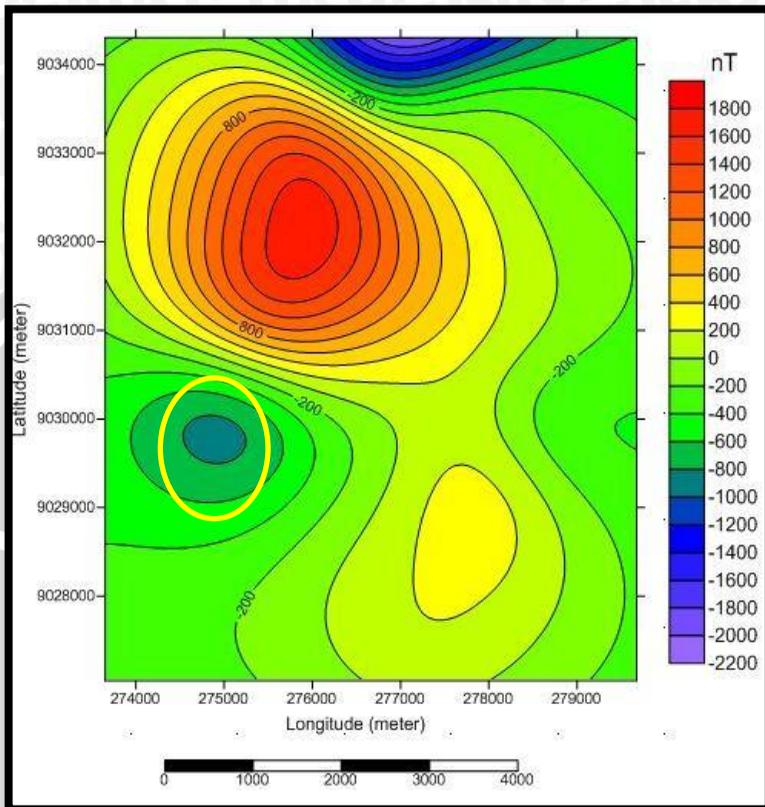
Gambar 4. 3 Hasil Reduksi Bidang Datar

Anomali magnetik yang digunakan untuk interpretasi yaitu anomali magnetik lokal. Maka dari itu, diperlukan pemisahan antara peta regional dengan peta lokal karena pengaruh kemagnetan regional dapat mengganggu kenampakan pola anomali lokal. Pemisahan ini dilakukan dengan cara mengurangi kontur intensitas medan magnetik total dengan kontur kemagnetan regional. Kontur kemagnetan regional didapatkan dengan cara di filter pengangkatan (*Upward Continuation*) (Geosoft, 2007).



Gambar 4. 4 *Upward Continuation* 1500 m (anomali regional)

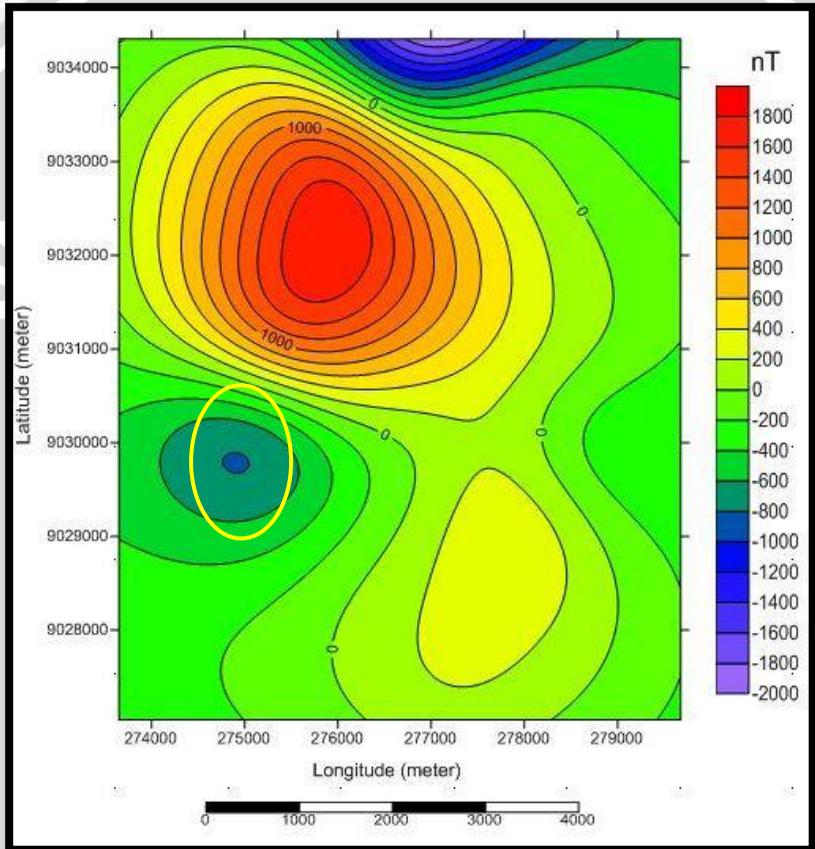
Kontinuasi dengan pengangkatan ini digunakan setinggi 1500 m karena nilai magnetiknya lebih jelas perbedaannya terlihat dari gradasi warna pada kontur (Gambar 4.4). Seperti yang sudah dijelaskan pada metodologi, kontinuasi ke atas dilakukan untuk diketahui pengaruh nilai magnetik secara regional. Semakin tinggi nilai kontinuasi data, maka pengaruh regionalnya juga semakin tinggi. Namun untuk mempermudah dalam interpretasi, digunakan nilai anomali magnetik lokal sehingga dilakukan pemisahan antara kontur anomali magnetik secara regional dengan kontur anomali magnetik lokal atau yang biasa disebut dengan nilai anomali magnetik sisa (residu).



Gambar 4. 5 Hasil pengurangan kontur TMI dengan *Upward Continuation* 1500 m (anomali lokal)

Kemudian setelah didapatkan kontur anomali lokal (Gambar 4.5) maka dapat dilakukan transformasi ke kutub (*Reduce to Pole*) agar mempermudah dalam penganalisannya. Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi benda menjadi 90^0 dan deklinasinya 0^0 (Boko, dkk., 2004). Baranov dan Naudy (1964) telah mengembangkan metode transformasi ke kutub untuk menyederhanakan interpretasi data medan magnetik pada daerah berlintang rendah dan menengah. Proses transformasi ke kutub yang dilakukan adalah dengan mengubah arah magnetisasi dan medan utama dalam arah vertikal, tetapi masih disebabkan oleh sumber yang sama. Perhitungan untuk reduksi ke kutub dilakukan menggunakan software Geosoft.

Bila dilihat pada kontur reduksi bidang datar dengan kontur anomali lokal menampakkan kontur anomali yang hampir sama atau perbedaannya tidak terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan ketinggian atau topografi daerah penelitian cukup beragam. Maka metode sumber ekuivalen ini cukup membantu dalam penginterpretasian anomali magnetik



Gambar 4. 6 Kontur anomali lokal yang direduksi ke kutub (*reduce to pole*)

Hasil kontur anomali magnetik terlihat lebih jelas setelah dilakukan reduksi ke kutub (Gambar 4.6). Bila digabungkan analisa antara kontur anomali lokal dengan kontur reduksi ke kutub, dugaan posisi dapur magma di gunung Inelika terletak pada nilai magnetik rendah yang terletak di barat daya dengan

kontur berwarna biru (lingkaran kuning pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6). Pada kontur reduksi ke kutub, dugaan yang diperkirakan pada lingkaran berwarna kuning mengalami penguatan nilai magnetisasinya karena diasumsikan pengukuran seolah-olah sejajar dengan kutub magnet bumi.

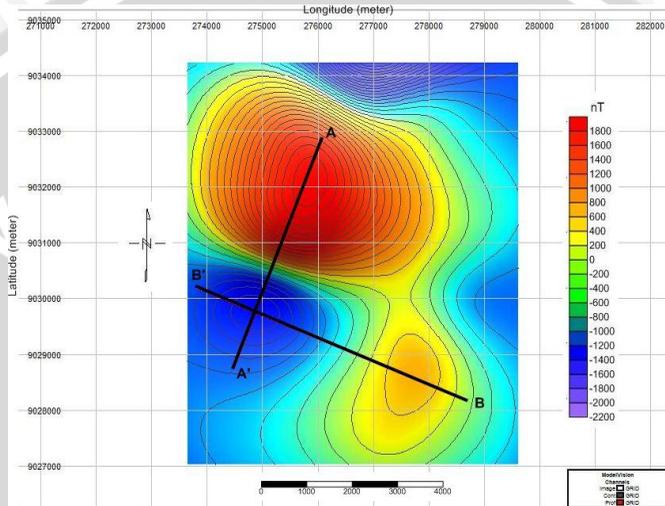
Pada bagian bawah piroklastik terdapat beberapa aliran lava yang semuanya mengalir ke arah timur-selatan. Lava paling muda umumnya mengalami alterasi hidrotermal. Batuan ini berwarna abu-abu kehitaman berkomposisi andesit hingga basaltik, porfiritik dengan fenokris plagioklas dan piroksen. Lava dibawahnya umumnya berbongkah-bongkah pada bagian permukaan, berwarna hitam berkomposisi basaltik, porfiritik dengan fenokris yang terdiri dari plagioklas dengan penyebaran yang tidak terlalu luas. Lava yang paling bawah penyebarannya sangat luas dengan ciri batu tersingkap berwarna abu-abu gelap tersusun dari mineral andesit bersifat porfiritik dengan fenokrisnya yang terdiri dari plagioklas dan piroksen. Tekstur porfiritik adalah tekstur yang terdapat campuran antara butiran-butiran kasar dalam butiran-butiran yang halus. Sedangkan butiran yang bentuknya relatif sempurna termasuk dalam tekstur fenokris.

4.2 Interpretasi Kuantitatif

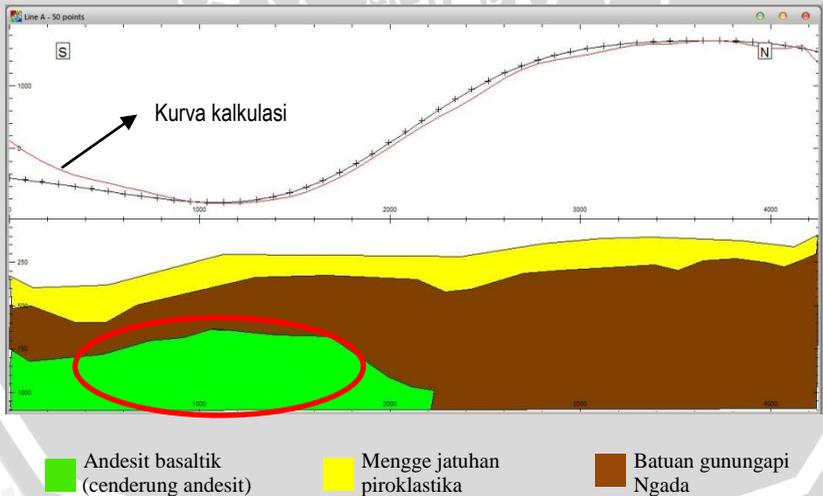
Selanjutnya yaitu interpretasi secara kuantitatif yang dilakukan dengan membuat model hasil *cross section* (sayatan) (Gambar 4.7) pada kontur anomali magnetik secara dipole untuk mendapat kecocokan model antara dua *line section* (garis A-A' dan B-B'). Kemudian agar diketahui kondisi bawah permukaan, maka dilakukan pemodelan. Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan software Encom Model Vision V 11.00 dimana data inputnya adalah data anomali total medan magnetik dan informasi lain berupa deklinasi dan inklinasi pada daerah tersebut.

Poligon-poligon yang ada dibawah permukaan tersebut memiliki nilai kerentanan magnetik (susceptibilitas) batuan yang berbeda, dimana nilai tersebut didapatkan dari referensi (Lampiran 1). Pemodelan dilakukan secara tidak langsung atau yang dengan kata lain *forward modelling*. Pemodelan ini dilakukan dengan membuat bentuk poligon tertutup dan

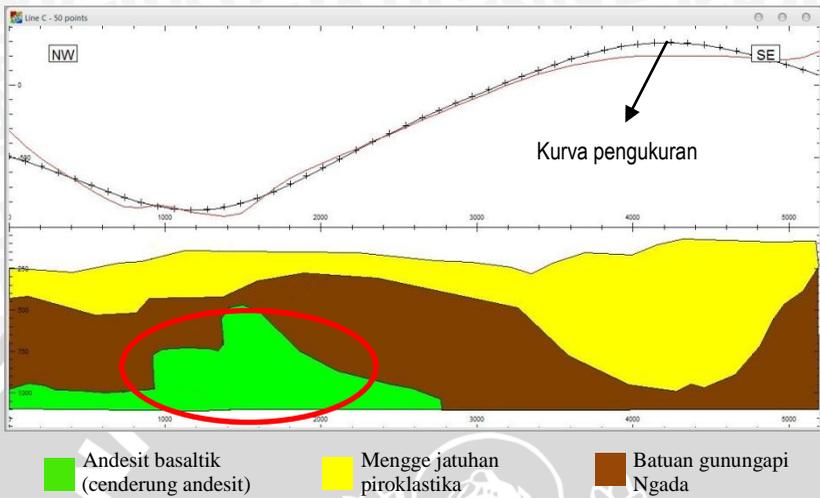
diubah-ubah agar didapatkan kecocokan antara kurva anomali magnetik hasil pengukuran (garis berwarna hitam) dengan kurva hasil kalkulasi susceptibilitas batuan di bawahnya (garis berwarna merah) (Gambar 4.8 dan Gambar 4.9).



Gambar 4. 7 Posisi *cross section* pada kontur anomali

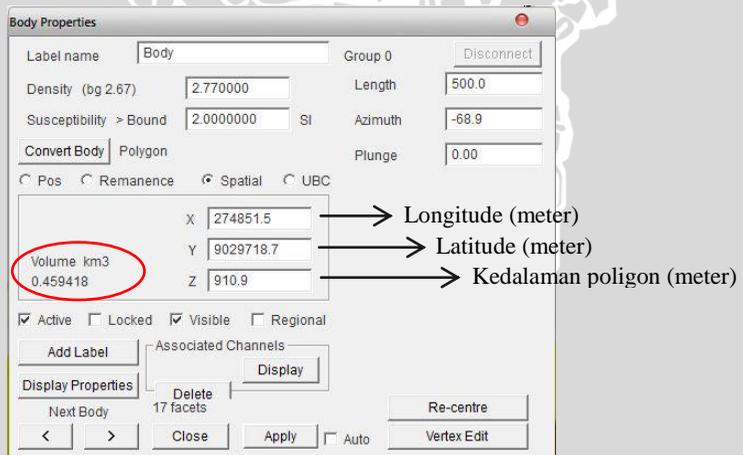


Gambar 4. 8 Hasil pemodelan line A-A'



Gambar 4. 9 Hasil pemodelan line B-B'

Menurut Kusnadi beserta tim (2002) material letusan paling muda adalah jatuhan piroklastik yaitu material hasil letusan yang terlempar ke udara yang tersebar di sekitar puncak gunungapi Inelika, satuannya tersusun dari fragmen batuan andesit berwarna abu-abu kehitaman.



Gambar 4. 10 Tampilan *Body Properties* software Encom Model Vision V 11.00 untuk mengetahui volume model dapur magma

Pada pemodelan di atas, warna-warna tersebut menerangkan kondisi batuan bawah permukaan berdasarkan nilai suseptibilitas. Warna kuning merupakan batuan hasil jatuhnya piroklastika dan berada di sekitar kawah Wolo Mengge sedangkan warna coklat adalah batuan gunungapi Ngada yang berukuran abu hasil endapan produk letusan gunungapi Inelika. Pemodelan ini disesuaikan dengan kondisi geologi gunungapi Inelika. Batuan di bawah permukaan ini cenderung berkomposisi andesit-basaltik dengan rentang nilai suseptibilitas sekitar $0.01 - 1 (10^{-3})$ (satuan SI) (Lampiran 1). Hasil pemodelan line A-A' (Gambar 4.8) dan pemodelan line B-B' (Gambar 4.8) terlihat poligon berwarna hijau memiliki nilai suseptibilitas rendah. Bila disesuaikan dengan posisi hasil sayatan, batuan tersebut berada pada daerah barat daya dari puncak dengan volume magma $0,459418 \text{ km}^3$ yang didapat dari perkalian antara X (Longitude diasumsikan sebagai lebar), Y (Latitude diasumsikan sebagai panjang), dan Z (kedalaman poligon diasumsikan tinggi) (Gambar 4.10).

$$\text{Volume} = X (\text{lebar}) \cdot Y (\text{panjang}) \cdot Z (\text{tinggi})$$

Dapur magma ini berada di sekitar $\pm 1 \text{ km}$ di bawah permukaan (*sea level*). Analisa ini memperkuat dugaan yang telah diungkapkan pada interpretasi kualitatif bahwa terdapat anomali atau sesuatu yang berbeda pada kontur anomali magnetik lokal pada Gambar 4.4. Nilai suseptibilitas rendah berarti memiliki nilai magnetisasi yang rendah sehingga dapat diindikasikan posisi dapur magma berada di daerah tersebut. Selain itu kondisi bawah permukaan gunungapi Inelika memiliki batuan yang cenderung seragam (andesit basaltik) karena pembentukan batumannya berasal dari pembekuan magma hasil letusannya dengan kandungan SiO_4 (silika) tinggi. Dari kondisi batuan ini, gunungapi Inelika dapat dikatakan tergolong gunungapi jenis magma yang bersifat asam (andesit).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kontur anomali magnetik lokal (Gambar 4.4) terlihat dugaan titik posisi dapur magma. Hal ini diperkuat dengan pencocokan antara peta geologi dengan permodelan bawah permukaan (*sea level*). Bila semakin rendah nilai suseptibilitas batuanannya maka semakin rendah nilai magnetisasinya. Dari hasil pemodelan penyebab anomali magnetik di daerah gunungapi Inelika, posisi dapur magma diperkirakan di daerah barat daya dari puncak dengan volume $0,459418 \text{ km}^3$ pada sekitar $\pm 1 \text{ km}$ di bawah permukaan (*sea level*). Selain itu kondisi bawah permukaan gunungapi Inelika memiliki batuan yang cenderung seragam (andesit-basaltik) dengan kandungan SiO_4 (silika) tinggi karena pembentukan batuanannya berasal dari pembekuan magma hasil letusannya. Dari kondisi batuan ini, gunungapi Inelika dapat dikatakan tergolong gunungapi jenis magma yang bersifat asam (andesit).

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, diharapkan ada survey lanjutan dengan GPR atau metode geofisika lainnya untuk mengetahui potensi panas bumi area gunungapi Inelika sehingga mendapatkan informasi sumber energi terbarukan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

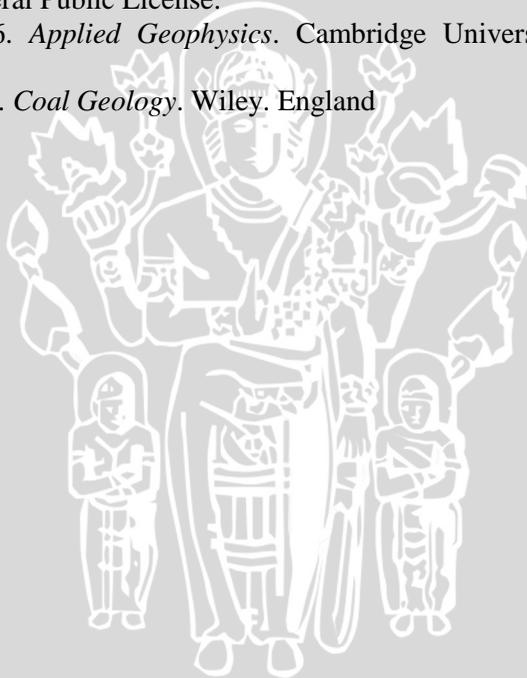
Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2009. *Pembentukan magma*.
<http://geologyforlife.blogspot.com/beku-igneous-rock.html>.
Diakses pada 29 April 2013.
- Anonimous. 2010. *Gunung Inelika*. <http://tempatwisata.web.id>.
diakses pada 29 April 2013.
- Anonimous. 2013. Pulau Flores. <http://pulauflores.blogspot.com>.
Diakses pada 25 Mei 2013.
- Baranov, V. 1957. *A new method for Interpretation of Aeromagnetic Maps: Pseudo-gravimetric Anomalies, Geophysics, Volume 22, 359-83*.
- Blakely, R.J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press.
- Chaniago, Rivai dan Y. Mudjiman. 1996. Laporan Pemetaan Geologi Foto Daerah G. Inelika dan sekitarnya Flores, NTT. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Geosoft. 2007. *Oasis Montaj Version 6.4.2 (HJ)*. Geosoft, Inc.
- Grand, F.S and West, G.F. 1965. *Interpretation Theory in Applied Geophysics*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Ismail. 2006. *Metode Geomagnetik*. Universitas Surakarta.
- Kartadinata, M. Surmayadi, N. Haerani. 2000. *Peta Geologi Gunungapi Inelika, Flores, Nusa Tenggara Timur*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Kusnadi, Iing, Sugiyo, Muarif. 2002. *Laporan Evaluasi Kegiatan G. Inelika Kabupaten Ngada Nusa Tenggara Timur*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Kusumadinata. 1979. *Data Dasar Gunungapi Indonesia*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Lowrie, W. 2007. *Fundamentals of Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press: New York.
- Nurdiyanto, Boko S., Wahyudi, dan I. Suyanto. 2004. *Analisis Data Magnetik untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Air Panas di Lereng Utara G. Ungaran*. UGM Yogyakarta.
- Palgunadi, Salman dan Y. Hidayat. 2000. *Laporan Penyelidikan Magnet G. Inelika, Gou Flores*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.

- Pamitro, E. Yoga. 2012. *Penyelidikan Geofisika Metoda Magnetik G. Ili Boleng, Nusa Tenggara Timur*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Santoso, Sujono, D.A Musnandar, Magdalena, Supardijono. 2002. *Laporan Pengumpulan Bahan Informasi G. Inelika Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Sapiie, Benyamin, N.A Magetsari, A.H Harsolumakso, C.I Abdullah. 2011. *Geologi Fisik*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Shuey, R.T. and Pasquale, AS.1973. *End correction in magnetic profile interpretation. Geophysics, Volume 38, No.3, 507-512*.
- Tchernychev, Mikhail. 1998. *MAGPICK-magnetic map & profile processing*. General Public License.
- Telford, W.M. 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, London.
- Thomas, Larry. 2002. *Coal Geology*. Wiley. England



LAMPIRAN

Lampiran 1 : Nilai Suseptibilitas Batuan

Jenis batuan/mineral	Suseptibilitas ($\times 10^6$ emu)	
	Interval	Rata-rata
Batuan sedimen		
Dolomit	0-75	10
Batu kapur	2-280	25
Batu pasir	0-1660	30
Lempung	5-1480	50
Rata-rata sedimen	0-4000	75
Batuan Metamorf		
Amfibolit		60
Sekis	25-240	120
Philite		130
Gneiss	10-2000	
Kuarsit		350
Serentine	250-1400	
Slate	0-3000	500
Rata-rata metamorf	0-5800	
Batuan beku		
Granit	0-4000	200
Riolit	20-3000	
Dolorit	100-3000	1400
Augit-senit	2700-3600	
Olivin-diabas		2000
Diabas	80-13000	4500
Porpiri	20-16700	5000
Gabro	80-7200	6000
Basal	20-14500	6000
Diorit	50-10000	7000
Piroxenit		10500
Peridotit	7600-15600	13000
Andesit		13500
Rata-rata beku asam	3-6530	650
Rata-rata beku basa	44-910	2600
Mineral		
Grafit		-8

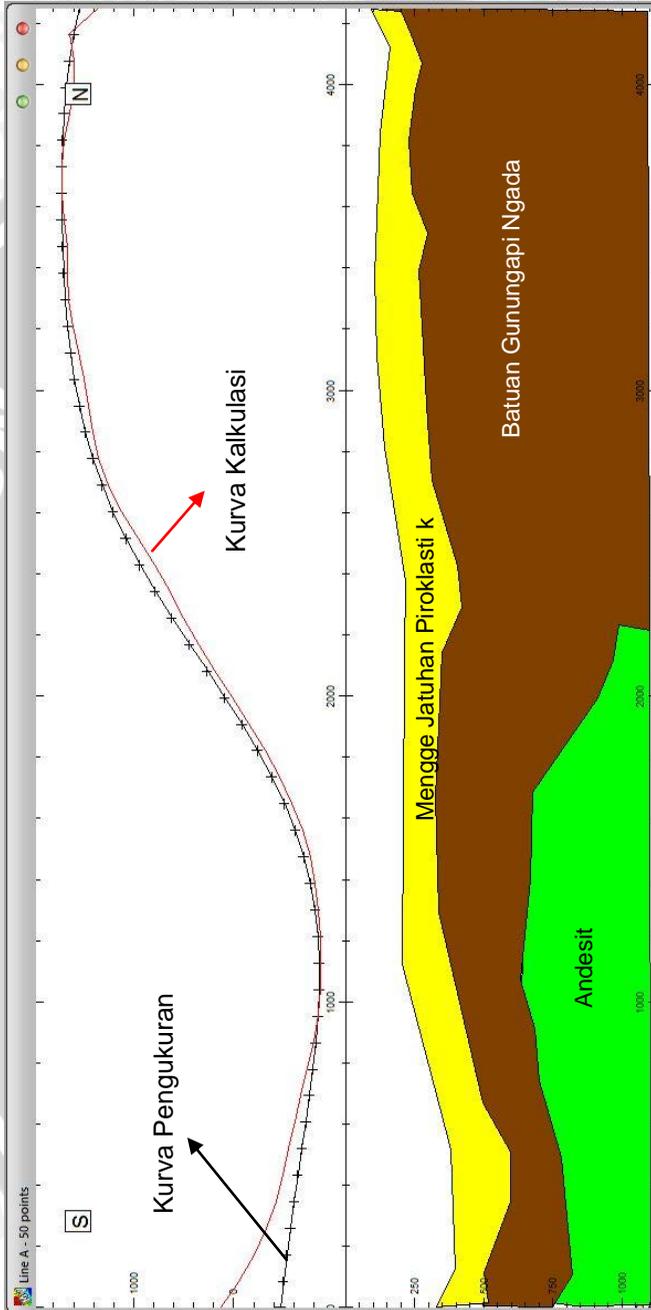
Quartz		-1
Garam batu		-1
Anidrite, batu kapur	0,4	
Calsit		2
Batubara		20
Tanah liat		32
Chalcopirit		60
Sphalerit		90
Siderit	100-310	
Pirit	4-420	130
Limonit		220
Arsenopirit		240
Hematit	40-3000	550
Chromit	240-9400	600
Franklinit		36000
Pirrhosit	100-500000	125000
Ilmenit	25000-300000	150000
Magnetit	100000-1600000	500000

(Telford, 1976)

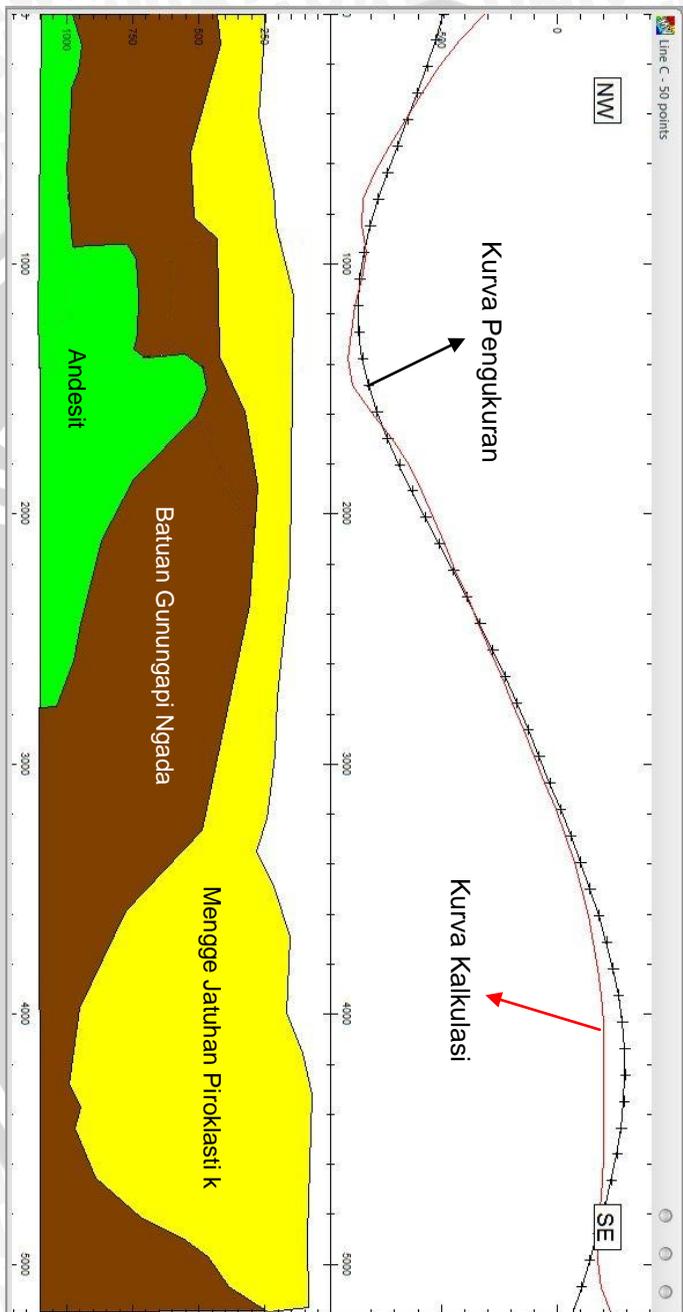
Jenis batuan	Suseptibilitas (10^{-3}) (SI)	
	Range	Rata-rata
Batuan beku asam (andesit)	0 - 80	8.0
Batuan beku basa (basalt)	0,5 - 100	25.0

(Thomas, 2002)

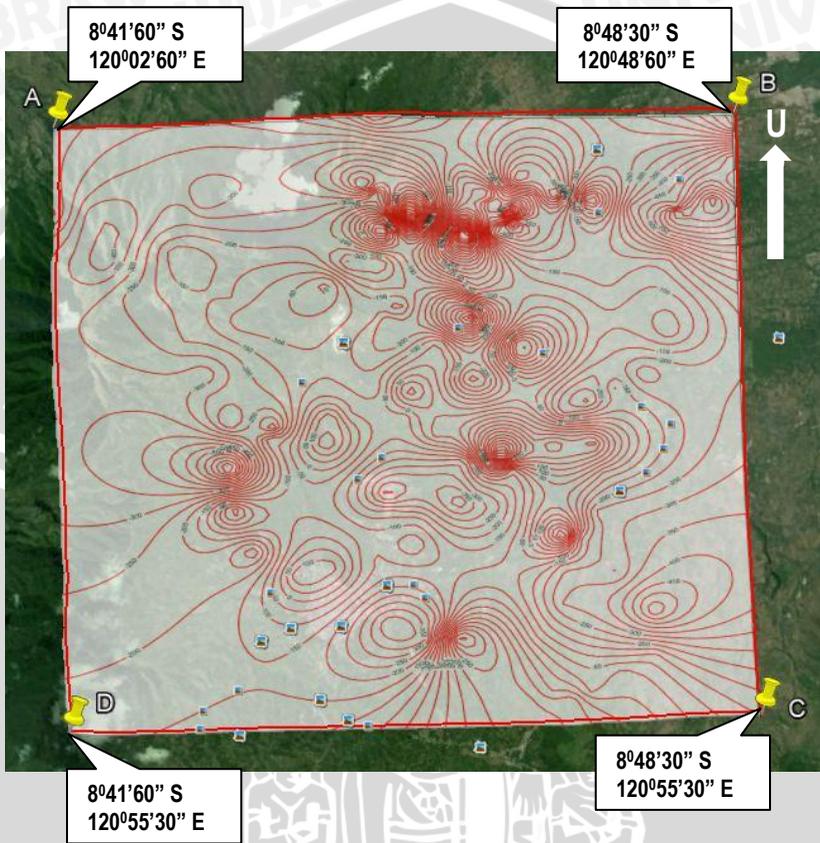
Lampiran 2 : Model detail line section A-A'



Lampiran 3 : Model detail line section B – B'



Lampiran 4 : Peta topografi gunungapi Inelika



Lampiran 5 : Algoritma reduksi bidang datar metode sumber ekuivalen

```
load('dataxyzg.txt');
tic;x=dataxyzg(:,1);
y=dataxyzg(:,2);
z=-dataxyzg(:,3);
g=dataxyzg(:,4);
dx=input('interval grid : ');
G=6.673e-11;
hminz1=2.5*dx;
hmaxz=5*dx;
hek2=min(-z)+hminz1;
hek3=max(-z)+hmaxz;
disp('peraturan dampney, untuk menghindari aliasing ')
disp('----- ')
batas=['---> { ' num2str(hek2) '<h_ek < ' num2str(hek3)
' }'];
disp(batas);disp('----- ')
h=input('kedalaman bidang ekuivalen : ');
if and(h<hminz1,h>hmaxz)
disp('ingat peraturan dampney')
else
up=input('ketinggian bidang ekuivalen : ');
upw=-up;
mau=input('mau pake konjuat gradient(kg) atau invers
matriks biasa(im) ?');
switch(mau)
case{'im'}
alfa=x;
beta=y;
q=waitbar(0,'wait');
N=length(x);
for i=1:N;
waitbar(i/N)
for j=1:N;
a(i,j)=G*(h-z(i))/((x(i)-alfa(j))^2+(y(i)-
beta(j))^2+(z(i)-h)^2)^1.5;
end;
104
close(q)
meq=a\g;
```

```

deter=det(a);
gp=a*meq;
ero=sum(abs(gp-g))/N;
p=waitbar(0,'wait lagi');
for i=1:N;
waitbar(i/N);
for j=1:N;
a1(i,j)=G*(h-upw)/((x(i)-alfa(j))^2+(y(i)-
beta(j))^2+(upw-h)^2)^1.5;
end;
end;
close(p);
gupw=a1*meq;
save('E:\DAMPNEY\IMUTM','gupw','-ASCII')
case{'kg'}
tol=input('Toleransi : '); max_itera=input('Max_itera
: ');
disp('sedang proses');
alfa=x;
beta=y;
s=waitbar(0,'Wait sebentar');
N=length(x);
for i=1:N;
waitbar(i/N)
for j=1:N;
a(i,j)=G*(h-z(i))/((x(i)-alfa(j))^2+(y(i)-
beta(j))^2+(z(i)-h)^2)^1.5;
end;
close(s)
[meq,flag,rr,iter]=lsqr(a,g,tol,max_itera);
gp=a*meq;
ero=sum(abs(gp-g))/N;
u=waitbar(0,'Wait sebentar lagi');
for i=1:N;
waitbar(i/N);
for j=1:N;
a1(i,j)=G*(h-upw)/((x(i)-alfa(j))^2+(y(i)-
beta(j))^2+(upw-h)^2)^1.5;
end;
end;
close(u)
gupw=a1*meq;
save('E:\DAMPNEY\KGUTM','new1','-ASCII')

```

```

end;
%Generating Report
disp('=====')
disp('Laporan : ')
disp('_____')
105
disp('Metode dampney dengan solusi matriks
menggunakan')
if mau=='kg'
disp('konjugat graden')
it=['# iterasi = ' num2str(max_itera)];
disp(it)
disp(['Waktu pengerjaan : ' num2str(toc/60) ' menit'])
else
disp('Invers Matriks biasa.')
disp(['Determinan Matriks A : ' num2str(deter)]);
disp(['waktu pengerjaan : ' num2str(toc) ' detik'])
end
ked=['Kedalaman bidang ekivalen : ' num2str(h)];
disp(ked)
upw=['Ketinggian bidang Upward : ' num2str(up)];
disp(upw)
eror=['Dengan eror (Beda antara data dengan A*meq) : '
num2str(ero) ' mgal'];
disp(eror)
disp('=====')
load handel

```