

**IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN RESERVOIR
BERDASARKAN ANOMALI MAGNETIK STUDY KASUS
DAERAH PROSPEK PANAS BUMI SONGGORITI –
GUNUNG KAWI**

SKRIPSI

Oleh :
KRISNOADI TRIHARTO
145090701111012



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



repository.ub.ac.id

**IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN RESERVOIR
BERDASARKAN ANOMALI MAGNETIK STUDY KASUS
DAERAH PROSPEK PANAS BUMI SONGGORITI –
GUNUNG KAWI**

SKRIPSI

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

Oleh :
KRISNOADI TRIHARTO
145090701111012



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

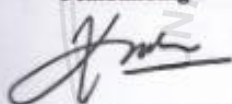
IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN RESERVOIR
BERDASARKAN ANOMALI MAGNETIK STUDY KASUS
DAERAH PROSPEK PANAS BUMI SONGGORITI –
GUNUNG KAWI

Oleh:

KRISNOADI TRIHARTO
145090701111012

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada
tanggal 18 DEC 2018
Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik dalam bidang Fisika

Pembimbing I



Sukir Marvanto, Ph.D
NIP. 197106211998021001

Pembimbing II

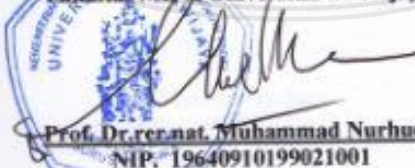


Ir. Kukuh Sudjarmiko, MM
NIP. 196408281992021002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Prof. Dr. rer. nat. Muhammad Nurhuda
NIP. 19640910199021001



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Krisnoadi Triharto
NIM : 145090701111012
Jurusan : Fisika
Penulis Skripsi berjudul :

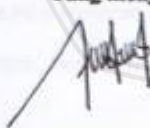
*Identifikasi Dan Penentuan Reservoir Berdasarkan Anomali
Magnetik Study Kasus Daerah Prospek Panas Bumi Songgoriti –
Gunung Kawi*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 18 Desember 2018
Yang menyatakan,



Krisnoadi Triharto
NIM . 145090701111012

d



viii

repository.ub.ac.id

IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN RESERVOIR BERDASARKAN ANOMALI MAGNETIK STUDY KASUS DAERAH PROSPEK PANAS BUMI SONGGORITI – GUNUNG KAWI

ABSTRAK

Wilayah Songgoriti ,Kasinan hingga Gunung kawi merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi panas bumi di Jawa Timur. Hal ini didukung dari adanya kemunculan beberapa manifestasi mata air panas. Metode Geomagnet merupakan Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi bawah permukaan berdasarkan nilai suseptibilitas batuan, pada panas bumi adanya proses demagnetisasi dapat menurunkan nilai suseptibilitas pada suatu batuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi batuan bawah permukaan, lokasi reservoir dan menentukan hubungan pola aliran fluida pada manifestasi permukaan di daerah Songgoriti dan Kasinan yang diindikasikan adanya potensi panas bumi. Pemodelan yang di lakukan pada penelitian ini menggunakan pemodelan *forward modelling* dan *inversi*. Berdasarkan intepretasi kualitatif daerah di sekitar manifestasi mempunyai nilai anomali rendah. Sedangkan intepretasi kuantitatif hasil pemodelan didapatkan 6 body pada penampan AB dan CD di terdapat tuff pasir, batuan tufa terlempung, breksi vulkanik, andesit dan lava andesit dan lava basaltik. Breksi vulkanik diduga sebagai batuan sarang dalam sistem panas bumi. Reservoir pada wilayah songgoriti terletak di bawah manifestasi mata air panas Songgoriti dengan arah kemenerusan ke selatan daerah penelitian. Berdasarkan analisis geokimia, fluida pada kedua manifestasi di daerah Songgoriti dan Kasinan berasal dari reservoir yang sama yang melewati struktur sekunder berupa rekahan.

Kata kunci : *Cap rock* , *Reservoar* , *inversi* , *forward* , manifestasi



repository.ub.ac.id

IDENTIFICATION AND DETERMINATION RESERVOIR ON ANOMALY MAGNETIC IN CASE GEOTHERMAL PROSPECT SONGGORITI –KAWI MOUNTAIN REGION

ABSTRACT

The Songgoriti and Kasinan to Gunung Kawi regions are one area that has geothermal potential in East Java. This argument is supported by the emergence of several manifestations of hot springs. Geomagnetic method is one of the geophysical methods that can be used to identify subsurface based on rock susceptibility value. The demagnetization process in geothermal can be reduced the susceptibility value of a rock. The purpose of this study was to identify subsurface rocks, Location reservoir and determine the relationship of fluid flow patterns in surface manifestations in the Songgoriti region and the Cassava which indicated the potential of geothermal. The modeling conducted in this study used forward modeling and inversion modeling. Based on the qualitative interpretation the area around the manifestation has a low anomaly value. While the quantitative interpretation of the modeling results obtained 6 bodies on the cross section of AB and CD. There are water tuffs, flattened tuffs, volcanic breccia, andesite, andesite lava and basaltic lava. Volcanic breccia is thought to be a nest rock in a geothermal system. The reservoir in the Songgoriti Region is located under the manifestation of the Songgoriti hot spring and the continuity flow to the south of research region. Based on geochemist, it is assumed that fluid in both manifestations in Songgoriti and Kasinan regions comes from the same reservoir that passes through the secondary fractures and seepage of pressure.

Keywords: *Cap rock, Reservoir, Inversion, Forward, Manifestation*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir sebagai syarat kelulusan dalam menempuh jenjang pendidikan. Dengan judul *“Identifikasi Dan Penentuan Reservoir Berdasarkan Anomali Magnetik Study Kasus Daerah Prospek Panas Bumi Songgoriti – Gunung Kawi”*.

Tidak lupa saya haturkan ucapan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu dalam proses penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua saya, Bapak Masidi dan Ibu Astinningsih Agung P.W dan keluarga besar yang selalu memberikan motivasi, doa dan penyemngat dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Sukir Maryanto Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah bersedia membantu dalam hal teknis dan membagikan ilmu serta membimbing, mengarahkan, serta memberikan motivasi serta arahan kepada penulis.
3. Ir. Kukuh Sudjatmiko, MM dan Susilo Tugas Pinilih BE selaku pembimbing 2 dan membantu dalam mendapatkan data di Intasnsi Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur.
4. Bapak Prof. Dr. Rer. Nat. Muhammad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
5. Bapak Drs. Alamsyah Mohammad Juwono, M.Sc.,Ph.Dselaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan gambaran mengenai rencana kuliah.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika yang sudah bersedia memberikan ilmu sehingga dapat membantu dalam mengetahui ilmu dasar yang digunakan sebagai refrensi.
7. Bapak Purnomo selaku Laboran Laboratorium Geofisika Universitas Brawijaya
8. Yustina Aldiast Ithrisa yang selalu menemani,memberikan motivasi, dan memberikan semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini.

9. Mas Dafiqi, Mas Dukhan, Mas Risiko, selaku kakak tingkat yang bersedia menjadi tutor dan teman diskusi dalam share ilmu.
10. Keluarga Geofisika angkatan 2014 Universitas Brawijaya yang telah mendukung selama proses penulisan tugas akhir ini.
11. Keluarga besar basket fisika 2014 (Bella,Rifki,Adib) yang telah memberikan bantuann dalam penulisan tugas akhir.

Pada penulisan tugas akhir ini ini banyak kendala dan hambatan yang dialami penulis, Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak sekali kekurangan dan kesalahan. Maka dari itu, penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun terkait tugas akhir ini. Agar kedepanya tidak terjadi kesalahan yang terulang lagi. Demikian yang penulis dapat sampaikan , akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca sekalian. Apabila terjadi kesalahan dalam penulisan , penulis meminta maaf yang sebesar – besarnya.

Malang, 18 Desember 2018

Krisnoadi Triharto
14509070111101

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Geologi Daerah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Fisiografi	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Morfologi Regional	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Stratigafi Regional.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Konsep Dasar Medan Magnet bumi	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Gaya Magnetic	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Kuat Medan Magnet.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Induksi Magnetic.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Sifat medan Magnet.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.5. Intensitas Magnet	Error! Bookmark not defined.
2.2.6 Suseptibilitas	Error! Bookmark not defined.
2.3 Medan Magnet Bumi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Medan Magnet Utama	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Medan Magnet Luar	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Anomali Medan Magnet..	Error! Bookmark not defined.
2.4 Survey Geomagnet	Error! Bookmark not defined.

- 2.5 Akuisisi Metode Magnetik **Error! Bookmark not defined.**
- 2.6 Koreksi Medan Magnet **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.6.1 Koreksi Variasi Harian ... **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.6.2 Koreksi IGRF **Error! Bookmark not defined.**
- 2.7 Reduksi Ke kutub **Error! Bookmark not defined.**
- 2.8 Kontinuitas ke atas..... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.9 Koreksi Efek Regional..... **Error! Bookmark not defined.**
- 2.10 Sistem Panas Bumi **Error! Bookmark not defined.**
- 2.11 Geokimia Fluida Panas Bumi **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.11.1 Cl-SO₄-HCO₃ **Error! Bookmark not defined.**
 - 2.11.2 Diagram segitiga Cl-Li-B **Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODOLOGI.....Error! Bookmark not defined.

- 3.1 Waktu dan tempat Pelaksanaan **Error! Bookmark not defined.**
- 3.2 Data Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- 3.3 Rancangan Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- 3.4 Materi Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- 3.5 Prosedure Pelaksanaan Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.5.1 Desain Survey Penelitian. **Error! Bookmark not defined.**
 - 3.5.2 Pengolahan Data **Error! Bookmark not defined.**
- 3.6 Pemodelan **Error! Bookmark not defined.**
- 3.7 Interpretasi dan Analisis **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASANError! Bookmark not defined.

- 4.1 Pengolahan Data **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.1 Koreksi Diurnal **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.2 Koreksi IGRF **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.3 Kontinuasi Ke Atas **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.4 Peta Anomali Residual **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.1.5 Reduksi Ke Kutub **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Interpretasi Dan Analisis Kuantitatif **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.2.1 Interpretasi Kuantitatif Penampang Melintang AB... **Error! Bookmark not defined.**
 - 4.2.2 Interpretasi Kuantitatif Penampang Melintang CD... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.3 Pemodelan 3D Inversi	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Analisis Asal Fluida	Error! Bookmark not defined.
4.2.5 Penentuan Reservoir	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Penelitian Hasil modifikasi Teknik Geofisika UB 2014....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Arah Polarisasi Diamagnetic (Rosid, 2008)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Arah Polarisasi Paramagnetik (Rosid, 2008)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Arah Polarisasi Feromagnetik (Rosid, 2008)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5. Peta Isoklinik yang menunjukkan inklinasi k	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6. Peta Isogonik yang menunjukkan deklinasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Anomali Magnetic sebelum dan Sesudah d RTP .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 Skema model panas bumi modifikasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 Skema Model Konveksi Fluida Panah Merah menunjukan Aliran Fluida panas dan panah Biru fluida dingin Sistem Panas bumi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11 Diagram Trilinear Cl-SO ₄ -HCO ₃	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.12 Diagram Trilinear Cl-Li-B	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.1 Lokasi Daerah penelitian **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Desain survei pengambilan data **Error! Bookmark not defined.**

3.3 Diagram pengolahan Penelitian.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Kontur Topografi Daerah Penelitian **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Kontur Anomali Medan Magnet Total **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 (a) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 500 m **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 (b) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 2000 m **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 (c) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 2500 m **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 (d) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 3500 m **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 (e) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 4500 m **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Penggabungan Kontur Anomali Magnetik & Pengangkatan ke atas.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Kontur Anomali Regional **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Kontur Anomali Residual dengan Intervan 100 nT **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Kontur Anomali lokal Hasil Reduksi ke Kutub d. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Sayatan Penampang Melintang AB **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Model Penampang Melintang I Lintasan AB..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Sayatan Penampang Melintang CD **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Model Penampang Melintang Lintasan CD..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Model Inversi daerah Songgoriti – Gunung Kawi **Error! Bookmark not defined.**

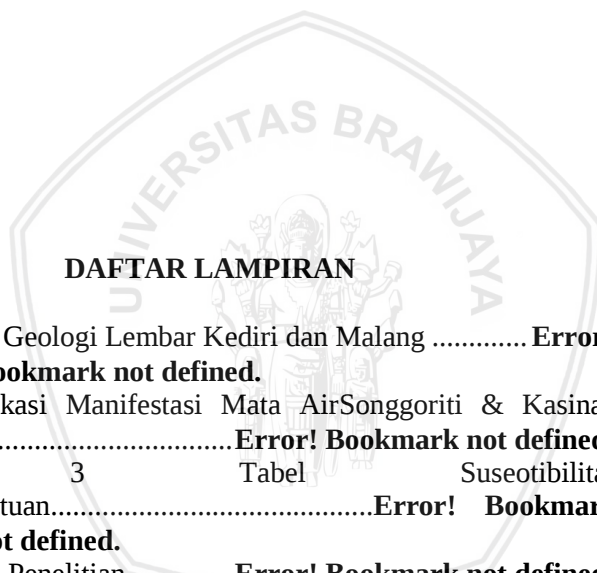
Gambar 4.13 Model Inversi Sayatan A-A' **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.14 Model Inversi Sayatan B-B' **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.15 Model Inversi Sayatan C-C' **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.16 Hasil Ploting Geokimia Diagram Cl – SO₄ - HCO₃ **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.17 Hasil Ploting Geokimia Diagram CI – Li- B..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.18 Model Reservoir Daerah Penelitian Tampak Atas **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.19 Model Reservoir daerah penelitian Tampak Bawah **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.20 Model Reservoir Tampak Sampling **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.21 Model sayatan Inversi Komplek Songgoriti **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.22 Estimasi Batuan Reservoir Komplek Songgoriti **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L1.1 Peta Geologi Lembar Malang **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L1.2 Peta Geologi Lembar Kediri **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.1 Manifestasi MAP Songgoriti **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L2.2 Manifestasi MAP Kasinan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L5.1 Ilustrasi kontinuitas ke atas (Telford et al, 1990) **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L5.2 Tampilan Kotak Box Kontinuitas ke Atas **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L6.1 Anomali magnetik sebelum dan setelah direduksi ke kutub (Blakely, 1995). **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L6.2 Kotak Dialog reduksi ke kutub **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar L8.1 Surat izin keterangan Pengambilan Data **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Suseptibilitas Batuan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1	Manifestasi Panas Bumi Songgoriti – Kawi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel L3.1	Tabel Suseptibilatas	Error! Bookmark not defined.
Tabel L7.1	Data Input Slice AB	Error! Bookmark not defined.
Tabel L7.2	Slice CD	Error! Bookmark not defined.





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Geologi Lembar Kediri dan Malang	Error!
	Bookmark not defined.
Lampiran 2 Lokasi Manifestasi Mata Air Songgoriti & Kasinan	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Tabel Suseotabilitas batuan.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Data Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Pengolahan Kontinuasi Ke atas	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Reduksi Ke kutub	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Data Input Pemodelan ...	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 Surat Keterangan Pengambilan Data	Error! Bookmark not defined.





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini dengan perkembangan zaman yang begitu pesat, maka kebutuhan energi juga semakin meningkat. Perlunya energi yang *renewbel* dapat digunakan sebagai solusi dalam masalah ini. Panas bumi (*Geothermal*) dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti minyak dan gas (winarsih,2014).

Indonesia memiliki potensi panas bumi yang besar, Hal ini dikarenakan posisi indonesai yang dilewati oleh cincin api (*ring of fire*) (wahyuni, 2012). Tercatat ada 256 daerah panas bumi dengan potensi 27.44 MW yang tersebar dari Provinsi Aceh hingga Irian Jaya. Dari 256 daerah prospek panas bumi tersebut, kebanyakan prospek panas bumi di Indonesia berasosiasi dengan jalur gunung api kuarter yaitu sekitar 203 lokasi atau sekitar 80% dan 20% berada diluar jalur tersebut (Kasbani dkk,2007). Salah satu daerah yang memiliki potensi panas bumi di Jawa Timur yaitu wilayah Songgoriti – Gunung Kawi. Hal ini didukung dari adanya kemunculan beberapa manifestasi di daerah penelitian, Selain itu terdapat pula beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Menurut (Dafiqy,2012) pada penelitiannya di wilayah lokal songgoriti dengan pemodelan 2.5 D mengintepretasikan adanya komponen penting sistem panas bumi yaitu batuan breksi vulkanik yang diduga sebagai batuan sarang dalam sistem panas bumi dan batuan tufa yang diduga sebagai batuan penudung (*cap rock*). Selain juga pernah dilakukan oleh (Priyambodo, 2004) dengan menggunakan metode Geolistrik juga memperkuat adanya sistem geothermal pada area tersebut. Yang menyimpulkan bahwa batuan sarang pada sistem geothermal adalah batuan batuan breksi vulkanik. Muwardi sutasoma yang menggunakan metode Gravity untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan di wilayah kasinan. Dimana pada peneliti tersebut menentukan tiga lapisan batuan tuff, Andesit dan lava berdasarkan rapat massa batuan nya. Penelitian ini dilakukan untuk mencakup wilayah yang lebih luas (regional) pada daerah Songgoriti ,Kasinan sampai Gunung Kawi dengan menggunakan metode magnetik. Hal ini dikarenakan pada area tersebut ditemukan beberapa manifestasi baik berupa mata air panas, endapan silika.

Metode Magnetic merupakan salah satu metode Geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan berdasarkan sifat kemagnetan yang dimiliki oleh suatu batuan atau kandungan magnet dari batuan tersebut sehingga dapat di katakan bahwa metode ini bergantung pada adanya kontras nilai suseptibilitas magnetic dibawah permukaan bumi yang disebabkan adanya variasi dari anomali benda yang termagnetisasi (Robinson E.S, dan Cahit Coras,1988).

Pada daerah yang memiliki panas bumi, larutan hydrothermal akan dapat menimbulkan perubahan sifat kemagnetan dari suatu batuan. Perubahan yang terjadi dapat berupa turun nya atau bahkan hilangnya suatu sifat kemagnetan dari suatu batuan atau biasa disebut dengan demagnetisasi. Hal ini di sebabkan oleh kenaikan temperature hingga akhirnya akan bernilai nol atau dikenal dengan istilah temperature curie yang terjadi di bawah permukaan. Dengan begitu dapat di katakan bahwa metode magnetik dapat di gunakan untuk survei awal dan melokalisir daerah anomali magnet yang diduga berkaitan dengan adanya sistem panas bumi pada daerah penelitian. Metode ini bergantung pada adanya kontras nilai suseptibilitas magnetic dibawah permukaan yang disebabkan karena adanya batuan yang termagnetisasi (Blakely, 1995).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian yang dilakukan adalah :

1. Bagaimana sebaran anomali magnetik di kawasan Songgoriti hingga Gunung kawi yang merupakan kawasan prospek panas bumi?
2. Bagaimana gambaran geologi bawah permukaan dan lokasi reservoir kawasan Songgoriti – Gunung Kawi berdasarkan data geomagnet?
3. Bagaimana Hubungan 2 manifestasi dan asal fluida di wilayah Songgoriti dan Kasinan?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah antara lain :

1. Wilayah penelitian ini berada didaerah potensi panasbumi di daerah Songgoriti Hingga Gunung Kawi.
2. Data yang digunakan merupakan data anomali magnetik.

3. Lokasi daerah penelitian terletak dibatasi oleh koordinat 658489.52 - 669516.18(UTM X) dan 9133506.02 sampai 9119696.63 (UTM Y).
4. Pengolahan data yang dilakukan menggunakan software *Micrososft excel*, *Oasis Montaj 8.4*, *Surfer*, *Mag pick*, *Mag2 DC* dan *Ms.word* untuk memetakan daerah potensi panas bumi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penilitian Tugas Akhir ini antara lain adalah :

1. Menentukan sebaran anomali magnetic pada kawasan prospek panas bumi Songgoriti – Gunung Kawi.
2. Mengidentifikasi gambaran Geologi dan penentuan lokasi reservoir di wilayah potensi panas bumi Songgoriti – Gunung Kawi dengan menggunakan pemodelan 2 Dimensi dan Inversi.
3. Menentukan hubungan dan asal fluida pada kedua manifestas di daerah Songgoriti dan Kasinan..

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dari hasil yang diperoleh akan memberikan informasi atau gambaran mengenai potensi panas bumi pada daerah songgoriti – Gunung kawi. Dengan informasi yang telah diperoleh, maka dapat digunakan sebagai acuan awal untuk proses pengembangan yang lebih lanjut, baik dalam eksplorasi maupun digunakan untuk eksplotasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian memiliki keadaan geologi yang kompleks yang ditinjau dari bentuk fisiknya maupun satuan pembentukannya yang meliputi Fisiografi, Morfologi dan stratigafi.

2.1.1 Fisiografi

Fisiografi pada daerah penelitian merupakan Lajur Solo-Gunungapi Kuarter yang diapit oleh Lajur Kendeng di bagian utara dan Lajur Pegunungan Selatan, di bagian selatan (Santoso dan T. Suwarti, 1992). Lajur Solo-Gunungapi Kuarter ini terdiri atas pegunungan dan kerucut gunungapi antara lain Gunung Kawi-Butak, Gunung Anjasmoro, Gunung Arjuno-Welirang, Gunung Penanggungan dan Pegunungan Tengger-Semeru. Lajur Pegunungan Selatan terdiri atas deretan pegunungan, perbukitan dan dataran yang membentang dari barat ke timur. Kerucut gunungapi Arjuno (3.390 m dpl), Welirang (3.156 m dpl) menempati bagian utara- timur laut; Gunung Panderman dan Gunung Kawi-Butak menempati bagian selatan-barat daya daerah penelitian. Gunung tersebut disusun oleh batuan berumur Kuarter yang terdiri atas breksi gunungapi, tuf breksi, tuf, lava, dan lahar. Sementara batuan sedimen yang berumur lebih tua (*Tersier*) tidak tersingkap di daerah penelitian. Satuan batuan daerah Songgoriti dan sekitarnya disusun oleh batuan gunungapi produk erupsi gunung api tersebut di atas yang saat ini tidak aktif lagi kecuali Gunung Arjuno-Welirang (ESDM.2012).

2.1.2 Morfologi Regional

Morfologi pada daerah Songgoriti-Gunung Kawi lebih didominasi oleh perbukitan terjal maupun landai seperti laizimnya daerah panasbumi di Pulau Jawa. Sebagian besar daerah landai merupakan lahan pertanian/ perkebunan.

Secara geologi, daerah panasbumi Songgoriti-Gunung Kawi ditutupi oleh produk gunungapi berumur Kuarter. Sebaran produk gunungapi yang menutupi daerah Songgoriti-Gunung Kawi diantaranya berasal dari Gunung Panderman, Gunung Butak, Gunung Kawi, dan mungkin sebagian kecil ada yang berasal dari Gunung Arjuno – Welirang yang terletak cukup jauh di sebelah timur laut Songgoriti (ESDM,2012).

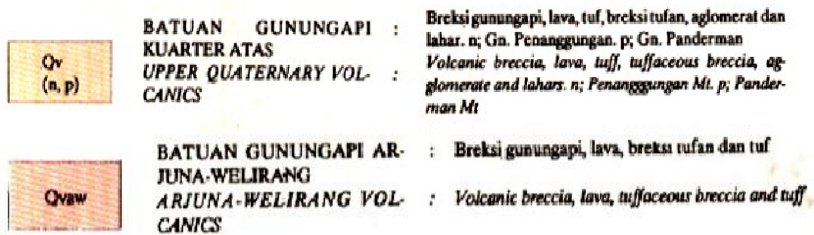
Manifestasi panasbumi Songgoriti-Gunung Kawi ditemukan berupa pemunculan beberapa mataair Panas yang muncul ke permukaan di daerah Songgoriti dan Kasinan. Berdasarkan hasil penyelidikan terdahulu (Hadisudewo, D., 1982), mataair panas Songgoriti muncul pada ketinggian 1.005 meter di atas permukaan laut dengan suhu air sekitar 47°C dengan luas penampakan sekitar 4×4 meter. Mataair hangat Kasinan muncul pada ketinggian 1.175 meter di atas permukaan laut di daerah dataran kaki Gunung Panderman merupakan lahan pesawahan, dengan suhu air sekitar 32°C , muncul gelembung udara, debit air kurang dari 2 liter/detik. Mataair hangat Kasinan terletak sekitar 3 km dari Songgoriti arah ke timur laut (Hadisudewo, D., 1982).

2.1.3 Stratigafi Regional

Berdasarkan Gambar 2.1 Daerah penelitian mencakup sebagian dari Lembar Malang dan Kediri, daerah pengukuran pada daerah pengukuran terletak pada koordinat 658489.52 - 669516.18 (UTM X) dan 9133506.02 sampai 9119696.63 (UTM Y).

Secara umum geologi daerah Songgoriti terletak pada endapan vulkanik kuarter. Endapan ini berasal dari letusan gunung api kuarter. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Kediri dan Malang (Santosa dan Atmawinata, 1992) daerah Songgoriti berada di 3 kaki gunung yaitu Gunung Butak - Kawi, Gunung Arjuna Welirang dan Gunung Anjasmara Tua. Hasil aktivitas ketiga gunung-api inilah yang mempengaruhi kondisi geologi daerah Songgoriti. Berdasarkan peta tersebut dapat diuraikan kejadian geologi yang terjadi di daerah songgoriti. Awal kegiatan didahului oleh aktivitas Gunung Anjasmara Tua (Qpat) yang diperkirakan berumur Plistosen Awal - Tengah. Hasil aktivitas ini menghasilkan breksi gunung-api, breksi tuf, tuf dan lava. Kemudian pada Akhir Plistosen terjadi aktivitas vulkanisme di 2 gunung yaitu Gunung Kawi - Butak (Qvpv) dan Gunung Arjuna Welirang (Qvaw). Hasil letusan Gunung Kawi - Butak berada di Selatan Songgoriti sedangkan hasil aktivitas Gunung Arjuna - Welirang berada di sisi Timur dan Utara Songgoriti. Hasil letusan Gunung api Gunung Kawi - Butak (Qvpv) berupa lava andesit, tuf, dan breksi vulkanik. Sedangkan Gunung Arjuna - Welirang (Qvaw) berupa breksi gunung api, lava, breksi tufan dan tuf. Pada umur Holosen kemudian diperkirakan terbentuk Gunung Panderman yang berada di selatan Songgoriti dan Penanggungan. Hasil endapan

7



Gambar 2.1 Peta Geologi Penelitian Hasil modifikasi Teknik Geofisika UB 2014

Pada Gambar 2.1 terdapat formasi satuan batuan yang terdapat pada daerah penelitian yang mencakup sebagian dari Lembar Malang dan Kediri.

Satuan Gunungapi Kwartar Tengah terdiri atas Satuan Gunungapi Kawi-Butak (Qpkb), Satuan Gunungapi Ringgit (Qvr), Satuan Gunungapi Tengger Tua (Qpvt) dan Satuan Gunungapi Buring (Qpvb), merupakan lava dan piroklastika bersifat menengah hingga agak basa, bersusunan lava, andesitik, basal, tuf dan breksi vulkanik. sebagian telah berubah dan mengalami pemampatan yang cukup kuat, dan umurnya diperkirakan Plistosen Tengah sampai Plistosen Akhir bagian awal.

Satuan Gunungapi Arjuno-Welirang (Qvaw) dan Satuan Gunungapi Tengger (Qvt) diduga berumur Plistosen Akhir dan tersusun dari breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat, dan lahar.

Satuan Gunungapi Kuartar Atas terdiri atas Satuan Gunungapi Penanggungan (Qvn) yang merupakan endapan piroklastik parasit pada Gunung Arjuno-Welirang, dan Satuan Gunungapi Panderman (Qvp) yang merupakan satuan Satuan gunungapi ini bersusunan atas breksi vulkanik, lava, tuf, tuff breksi, aglomerat, andesit dan lahar diperkirakan berumur Plistosen-Holosen.

2.1 Konsep Dasar Medan Magnet bumi

Konsep dasar dari medan magnet bumi terdiri dari beberapa komponen penting, yang mencakup tentang teori tentang medan magnet.

2.2.1 Gaya Magnetic

Metode Magnetik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang digunakan untuk survey pendahuluan pada eksplorasi panas bumi (Geothermal), Minyak dan mineral. Kutub magnetik dapat dianalogikan sebagai suatu muatan listrik, sehingga interaksi antar kutub-kutub magnetik tersebut dapat dianalogikan dengan Hukum Coulomb. Dalam penganalogian ini, kutub magnetik diandaikan sebagai monopole. Apabila terdapat dua kutub magnetik terpisah pada jarak r dengan masing – masing kutub m_1 dan m_2 maka gaya magneic yang di hasilkan (Telford, et al. 1976).

Seperti digambarkan pada persamaan 2.1 berikut :

$$\vec{F} = \frac{1}{\mu} \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r} \quad (2.1)$$

Dimana :

$\vec{F}$ = Gaya magnetic yang bekerja diantara 2 magnet (N)
 $\frac{1}{\mu}$ = Permeabilitas magnetic yang menunjukkan sifat suatu medium (N/A²) (untuk ruang hampa $\mu = 1$)
 $\vec{r}$ = Jarak kedua vektor satuan dari m_1 ke m_2 (m)
 $m_1 m_2$ = Kutub magnet (Am)

Gaya anantara kedua kutub magnet ini bisa bernilai positif (+) yang berarti tolak menolak dan (-) berarti tarik menarik (Blakely, 1995).

2.2.2 Kuat Medan Magnet

Medan magnet atau disebut juga kuat Medan $\vec{H}$ dapat didefinisikan sebagai gaya pada suatu kutub magnetik (m') apabila kutub tersebut diletakkan pada titik dalam medan magnet yang merupakan hasil dari kuat kutub m (Telford, et al.1976).

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m'} = \frac{m}{\mu r^2} \vec{r} \quad (2.2)$$

Dimana r adalah jarak dari titik pengukuran dari m dengan m' . Satuan medan magnet $\vec{H}$ dalam SI adalah Ampere / Meter (A/m) .

2.2.3 Induksi Magnetik

Medan magnetik yang terukur oleh magnetometer adalah medan magnet induksi termasuk efek magnetisasi. Suatu bahan magnetik yang diletakkan dalam medan luar $\vec{H}$ akan menghasilkan medan tersendiri $\vec{H'}$ yang meningkatkan nilai total medan magnetik

bahan tersebut. Induksi magnetik yang didefinisikan sebagai medan total bahan dapat dilihat pada persamaannya di bawah (Telford, *et al.* 1976): Prinsip ini juga berlaku pada batuan bahwa benda yang diletakkan dalam magnet akan mempengaruhi medan magnet, sesuai dengan persamaan

$$\vec{B} = \vec{H} + \vec{H}' \quad (2.3)$$

Hubungan medan sekunder $\vec{H}'$ dengan intensitas magnetisasi adalah:

$$\vec{H}' = 4\mu\vec{I} \quad (2.4)$$

Kedua persamaan diatas jika digabungkan akan menjadi:

$$\vec{B} = (1 + 4\mu k)\vec{H} \quad (2.5)$$

Konstanta $(1 + 4\mu k)$ sama dengan permeabilitas relatif dari suatu benda magnetik (μ) yang juga merupakan perbandingan antara $\vec{B}$ dan $\vec{H}$, atau ditulis sebagai berikut:

$$\vec{B} = \mu\vec{H} \quad (2.6)$$

Dimana,

$\vec{B}$: medan magnet induksi dalam (T).

$\vec{H}$: medan magnet asal dalam (A/m)

μ : sifat bahan yang disebut sebagai permeabilitas (N/A²)

Prinsip bahwa benda yang diletakkan dalam magnet akan mempengaruhi medan magnet berlaku juga untuk batuan, sesuai dengan persamaan 2.6 (Wirasantosa, 1984). Bahan yang diletakkan dalam medan magnet cenderung untuk mempengaruhi garis gaya magnet dengan berbagai cara, yaitu menarik sedikit atau garis-garis gaya magnet secara lebih rapat. Benda yang menolak medan magnet disebut sebagai diamagnetik, sedangkan benda yang menarik medan magnet disebut sebagai para magnetik. Benda-benda seperti besi nikel dan besi campuran menarik garis gaya medan magnet dengan sangat kuat. Benda yang bersifat seperti itu disebut ferromagnetik

2.2.4 Sifat Medan Magnet

Demagnetisasi

Pada daerah yang memiliki potensi panas bumi, larutan hidrothermal dapat menyebabkan perubahan dari sifat kemagnetan batuan. Atau dapat dikatakan sifat dari kemagnetan suatu batuan akan menurun (*demagnetisasi*) hal ini akan disebabkan oleh kenaikan temperature yang terjadi di bawah permukaan bumi. (Sleep dan Fujita, 1997). Sehingga dapat dikatakan penyebab anomali pada

penelitian metode magnetic di daerah panasbumi terletak pada daerah yang mempunyai suseptibilitas rendah.

Maka dari nilai suseptibilitas (k) tersebut, sifat magnetik bahan dibedakan menjadi :

Diamagnetik

Pada jenis ini, nilai suseptibilitas dari suatu batuan (k) bernilai negative dan Kecil karena intensitas induksinya berlawanan arah dengan gaya magnetnya. Maka dari itu apabila suatu benda atau material diamagnetik diletakan di dalam suatu medan magnet, momen magnetik yang ada dalam material tersebut akan melawan arah medan magnet dari luar atau tidak meiliki momen magnetic.

Contoh material diamagnetik : kuarsa, kayu, tembaga (Rosid, 2008).



Gambar 2.2 Arah Polarisasi Diamagnetic (Rosid, 2008)

Paramagnetik

Untuk Jenis paramagnetik, memiliki nilai suseptibilitas batuan (k) bernilai positif (+). Pada material paramagnetik medan magnet hanya ada jika dimagnetisasi oleh medan magnet luar saja. Sehingga apabila pengaruh dari medan luar tersebut dihilangkan, maka pengaruh medannya juga akan menghilang. Hal ini diakibatkan karena pada material magnetik yang murni, tidak ada interaksi antara atom yang satu dengan atom yang lain, yang mengakibatkan dipole magnetorientasinya random (acak), sehingga tidak dapat menghasilkan momen magnet.

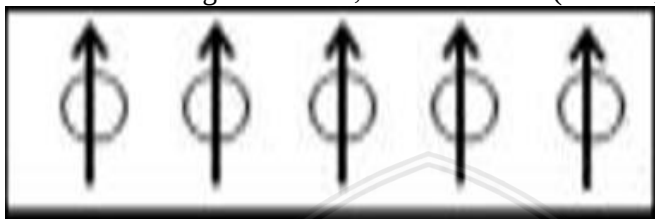
contoh bahan diamagnetik : batuan beku asam (Rosid, 2008).



Gambar 2.3 Arah Polarisasi Paramagnetik (Rosid, 2008)

Feromagnetic

Pada jenis feromagnetik ini nilai suseptibilitas magnetik (k) memiliki nilai positif. Material Feromagnetik mempunyai kemampuan menahan gaya magnet ketika dilakukan pengurangan atau penghilangan medan magnet eksternal, hal ini disebabkan karena adanya interaksi yang sangat kuat antara momen magnet atom – atomnya atau elektron pada substansi magnetiknya yang akan menghasilkan momen magnet yang sejajar antara satu sama lain. Contoh material feromagnetik : besi, nikel dan kobalt (Sartono, 2006).



Gambar 2.4 Arah Polarisasi Feromagnetik (Rosid, 2008)

2.2.5. Intensitas

Garis gaya magnet dalam suatu benda sebagaimana berasal dari luar benda itu dan sebagaimana yang lain berasal dari benda itu sendiri yang terpolarisasi. Intensitas medan magnet pada suatu bahan secara umum tergantung pada kuat medan magnet yang diberikan. Hubungan antara intensitas medan magnet pada suatu benda dengan kuat medan yang diberikan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Wirasantosa, 1984) :

$$\vec{I} = k\vec{H} \quad (2.7)$$

Dimana I adalah intensitas medan magnet induksi (T), H adalah medan magnet (T), dan k adalah susptibilitas.

2.2.6 Suseptibilitas

Secara garis besar metode magnetik dalam aplikasi geofisika akan tergantung pada pengukuran dari anomali medan geomagnet lokal yang dihasilkan oleh variasi intensitas megnetisasi dalam formasi batuan yang dilakukan di permukaan. Adanya variasi Intensitas magnetik dikarenakan adanya distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan dalam hal ini batuan. Intensitas dari induksi geomagnet akan bergantung pada suseptibilitas batuan, Suseptibilitas sendiri merupakan tingkat suatu benda magnetik untuk mampu termagnetisasi, yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$k = \frac{\vec{I}}{\vec{H}} \quad (2.8)$$

Dengan $\vec{I}$ adalah intensitas magnetisasi dan $\vec{H}$ adalah kuat medan magnet. Suseptibilitas magnetik bisa diartikan sebagai derajat kemagnetan suatu material (Telford, *et al.* 1976). Besaran yang tidak berdimensi ini merupakan parameter dasar yang digunakan dalam metode magnetik.

Kerentanan magnet k suatu batuan sebanding dengan konsentrasi kelompok mineral magnetik di dalam batuan tersebut. Dengan kata lain batuan yang sedikit atau sama sekali tidak mengandung mineral magnetik, akan mempunyai intensitas magnet yang kecil, sehingga untuk batuan yang telah mengalami ubahan (alterasi) atau pelapukkan, intensitasnya akan rendah.

Berdasarkan nilai suseptibilitas (k) maka diklasifikasikan beberapa material yang memiliki sifat magnetik. Hal tersebut didasarkan pada bagaimana material itu bereaksi terhadap medan magnet luar (Telford, *et al.* 1990)



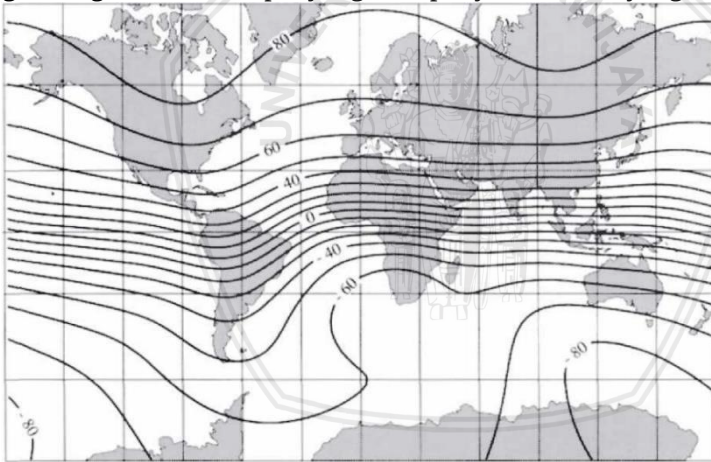
Tabel 1 Suseptibilitas Batuan (Telford 1990)



Jenis	Suseptibilitas ($\times 10^3$) SI	
	Rentang	Rata-rata
Batuan Sedimen		
Dolomit	0 - 0.9	0.1
Limestone	0 - 3	0.3
Sandstone	0 - 20	0.4
Shale	0.01 - 15	0.6
Rata-rata 48 batuan sedimen	0 - 18	0.9
Batuan Metamorf		
Amphibolite		0.7
Sekis	0.3 - 3	1.4
Filit		1.5
Gneiss	0.1 - 25	
Kuarsa		4
Serpentin	3 - 17	
Slate	0 - 35	6
Rata-rata 61 batuan metamorf	0 - 70	4.2
Batuan Beku		
Granit	0 - 50	2.5
Rhyolit	0.2 - 35	
Diorit	1 - 35	17
Olivin-diabas		25
Diabas	1 - 160	55
Porphyri	0.3 - 200	60
Gabbro	1 - 90	70
Basalt	0.2 - 175	70
Diorit	0.6 - 120	85
Pyroxenite		125
Peridotite	90 - 200	150
Andesit		160
Rata-rata batuan beku asam	0 - 80	8
Rata-rata batuan beku basa	0.5 - 97	25
Mineral		
Graphite		0.1
Kuarsa		-0.01
Batu garam		-0.01
Anhydrite, gypsum		-0.01
Kalsit	(-0.001) - (-0.01)	
Coal		0.02
Lempung		0.2
Chalcopyrite		0.4
Sphalerite		0.7
Cassiterite		0.9
Siderite	1 - 4	
Pyrite	0.05 - 5	1.5
Limonite		2.5
Arsenopyrite		3
Hematite	0.5 - 35	6.5
Chromite	3 - 110	7
Pyrrhotite	1 - 6000	1500
Magnetite	1200 - 19200	6000

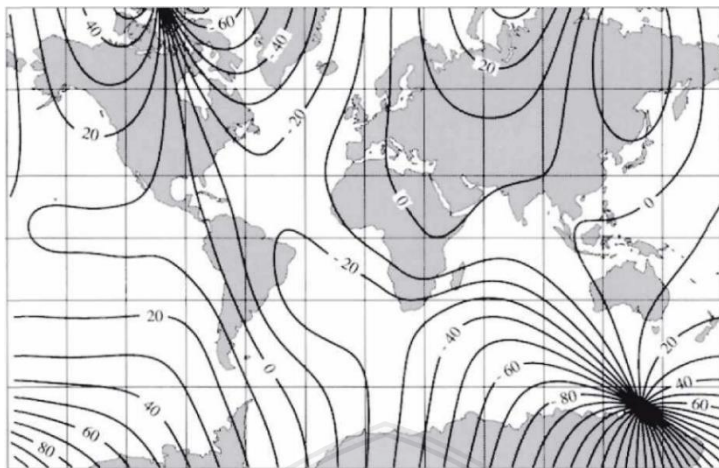
2.3 Medan Magnet Bumi

Bumi dapat dipandang sebagai suatu benda magnet besar yang bersifat dipole, dengan sumbu magnetik yang tidak berimpit dengan sumbu geografis bumi. Sumbu magnetik membentuk $\pm 11,5$ derajat dengan sumbu perputaran bumi. Sumbu-sumbu dipole bila diperpanjang akan menembus permukaan bumi pada dua titik, yaitu di utara terletak pada $78,5^\circ \text{ N } 70^\circ \text{ W}$ (sebelah barat Greenland) dan di selatan terletak pada $78,5^\circ \text{ S } 110^\circ \text{ E}$ (di Antartika). Garis fiktif pada permukaan bumi yang terletak ditengah-tengah antara dua kutub disebut sebagai ekuator geomagnetik. (Wirasantosa, 1984). Jarum magnet pada permukaan bumi akan bebas berputar dan mengorientasikan dirinya sesuai dengan arah medan magnet ditempat tersebut. Sudut yang dibentuk antara jarum magnet dengan garis mendatar disebut dengan sudut inklinasi, sedangkan sudut yang dibentuk antara garis utara geografis dengan garis utara magnetik disebut deklinasi. Gambar 2.5 menunjukkan peta isoklinik yaitu garis-garis yang menghubungkan antar tempat yang mempunyai inklinasi yang sama.

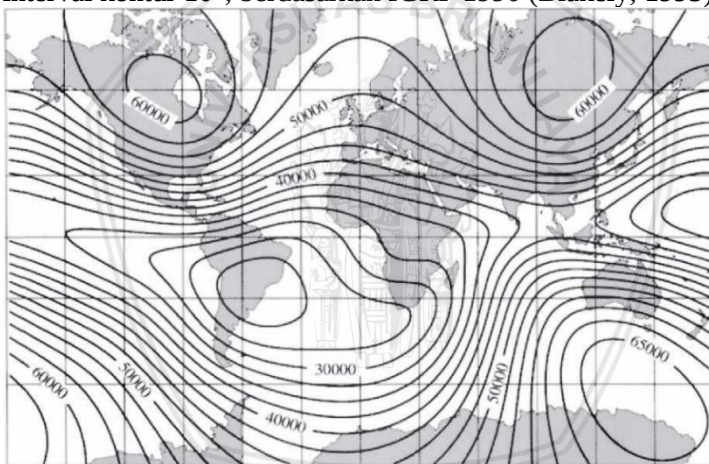


Gambar 2.5. Peta Isoklinik yang menunjukkan inklinasi konstan, interval kontur 10° , berdasarkan IGRF 1990 (Blakely, 1957).

Sedangkan Garis yang menghubungkan titik-titik yang memiliki deklinasi yang sama disebut garis isogonik yang ditunjukkan gambar 2.6 Garis isodinamik adalah garis yang dibentuk dengan cara menghubungkan tempat-tempat dengan intensitas yang sama, seperti di ilustrasikan pada gambar 2.7



Gambar 2.6. Peta Isogonik yang menunjukkan deklinasi konstan, interval kontur 10° , berdasarkan IGRF 1990 (Blakely, 1995).



Gambar 2.7. Peta Isodinamik yang menunjukkan intensitas total, interval kontur 2.500 nT, berdasarkan IGRF 1990 (Blakely, 1995).

Magnet bumi merupakan harga kemagnetan dalam bumi. diyakini bahwa arus listrik mengalir dalam inti besi cair dari bumi dan menghasilkan medan magnet. Kuat medan magnet yang terukur dipermukaan bumi sebagian besar berasal dari dalam bumi (*internal field*) mencapai lebih dari 98%. Sedangkan sisanya adalah magnet dari kerak bumi yang menjadi target dalam eksplorasi geofisika dan medan dari luar bumi (*external field*). Medan magnet dari dalam bumi

merupakan bagian yang terbesar, maka medan ini sering juga disebut medan utama (*main field*) yang dihasilkan oleh adanya aktivitas di dalam inti bumi bagian luar (*outer core*) (Zubaidah, 2005: 231). Sumber medan magnet yang tercatat pada alat dalam eksplorasi dengan menggunakan metode magnetik adalah komponen yang terdiri atas Medan utama, Medan luar dan anomali magnetik lokal. (Telford,1982:67)

2.3.1 Medan Magnet Utama

Secara teoritis medan magnet utama diakibatkan oleh sumber dalam bumi, magnetisasi oleh aliran arus listrik atau arus listrik yang keluar dan masuk ke dalam bumi. Beberapa teori juga beranggapan bahwa inti bumi tersusun oleh besi dan nikel, dua materi. Yang mempunyai medan elementer tersendiri. Besi dan nikel sebagai penyusun inti bumi berfungsi sebagai sumber magnetik yang tersusun dari material besi dan nikel tersebut akan menghasilkan medan magnet karena adanya rotasi bumi sehingga menyearahkan medan elementer yang terdapat pada besi dan tercipta medan magnet.(Telford dkk, 1990) .

2.3.2 Medan Magnet Luar

Medan magnet bumi juga dipengaruhi oleh medan luar. Medan ini bersumber dari luar bumi yang memiliki pengaruh kecil dari medan magnet utama yaitu hanya 1 % dari medan bumi. Medan ini merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan 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 dari pada medan magnet utama dan berubah terhadap waktu. Beberapa sumber medan luar antara lain (Telford, 1990: 72).

- a) Perubahan konduktivitas listrik lapisan atmosfer dengan siklus 11 tahun dan berkorelasi dengan aktivitas matahari.
- b) Variasi harian (*Diurnal Variaton*) dengan periode 24 jam yang berhubungan dengan pasang surut matahari dan mempunyai *range* 30 nT dan dipengaruhi oleh aksi matahari pada lapisan ionosfer.
- c) Variasi harian (*Diurnal Variation*) 25 jam yang berhubungan dengan pasang surut bulan dan mempunyai

range kira-kira 2 nT, yang diasosiasikan dengan interaksi bulan-ionosfer.

- d) Badai magnetik (*Magnetic Strom*) yang bersifat acak yang merupakan gangguan transient dengan rentang sebesar 1000 nT.

2.3.3 Anomali Medan Magnet

Anomali medan magnet sering juga disebut medan magnet lokal (*crustal field*). Hal terjadi di dekat permukaan kerak bumi dan merupakan penyebab perubahan dalam medan magnet utama, yang biasanya jauh lebih kecil daripada medan utama serta relatif konstan terhadap waktudan tempa perubahan ini dapat dihubungkan dengan perubahan kandungan mineral magnetik dalam batu-batuan dekat permukaan. Di dalam survei dengan menggunakan metode magnetik, yang menjadi target dalam pengukuran nya adalah variasi dari medan magnetik yang terukur di bawah permukaan bumi (anomali magnetik). Anomali yang didapat dari hasil survei merupakan hasil gabungan medan magnetik remanen dan induksi, apabila arah dari medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya akan bertambah besar. Hal itu berlaku juga sebaliknya (Telford dkk, 1990). Dalam pengukuran medan magnet berlaku :

$$\vec{H}_T = \vec{H}_L + \vec{H}_M + \vec{H}_A \quad (2.9)$$

Dimana :

- $\vec{H}_T$ = Medan magnet total bumi
- $\vec{H}_M$ = Medan Magnet utama bumi
- $\vec{H}_L$ = Medan magnet luar
- $\vec{H}_A$ = Medan magnet anomali.

2.4 Survey Geomagnet

Metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan bumi. Metode ini memanfaatkan sifat kemagnetan batuan yang dapat diidentifikasi oleh kerentanan magnet (suseptibilitas) batuan. Dasar penggunaan metode magnetik adalah pengukuran anomali benda termagnetisasi yang disebabkan karena adanya variasi intensitas magnet di permukaan bumi. Selanjutnya variasi intensitas medan magnetik yang terukur kemudian ditafsirkan dalam bentuk distribusi bahan magnetik (suseptibiitas) yang kemudian dijadikan

dasar bagi pendugaan keadaan geologi yang mungkin dapat diamati (Untoro, 2005) atau dapat dikatakan Metode magnetik ini didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi (suseptibilitas) (Untoro, 2005)

Eksplorasi menggunakan metode magnetik dilakukan dengan tiga tahap dasar yaitu: akuisisi data lapangan, pengolahan data dan interpretasi data. Pada tahap akuisisi data, dilakukan penentuan titik pengamatan, kemudian dilakukan pengukuran dengan alat yang digunakan. Untuk tahap pengolahan data, dilakukan dengan megoreksi data hasil pengukuran. Sedangkan untuk tahap interpretasinya didapatkan dari hasil pengolahan data yang di olah menggunakan perangkat lunak yang mendukung sehingga diperoleh peta kontur anomali magnetik (Untoro, 2005). Target dari survei menggunakan metode magnetik adalah anomali medan magnet yang disebabkan oleh adanya medan magnet residual. Variasi medan magnet yang disebabkan oleh sifat kemagnetan yang tidak homogen dari kerak bumi, perunahan ini relatif memiliki nilai yang kecil. Dalam eksplorasi justru hal semacam ini yang dicari. Penyebab dari variasi ini ialah sifat kemagnetan (suseptibilitas) antar batuan di dalam kerak bumi ..(Telford dkk, 1976).

2.5 Akuisisi Metode Magnetik

Pada tahap Akuisisi hal pertama yang dilakukan adaalah dengan mentukan desain Survey dengan Jarak antar titik pengambilan yang sama, Diusahakan Dalam bentuk grid kemudian hal yang dilakukan adalah dengan mentukan titik base pada daerah penelitian. Terdapat dua cara untuk akuisisi dengan menggunakan metode magnetik hal mendasar yang membedakan cara akuisisisi tersebut adalah pada koreksi harian yang dilakukan. Survei metode magnetik dengan menggunakan 1 buah magnetometer. Alat berfungsi sebagai base dan sebagai rover. Pertama melakukan pengukuran pada base station Setelah itu melakukakan pengukuran di setiap titik pengukuran dan diakhiri di titik base hal ini biasa disebut looping. Koreksi diurnal dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$HD = \frac{(tn-taw)}{(tak-taw)} (Hak - Haw) \quad (2.10)$$

Sedangkan dengan menggunakan 2 buah alat magnetometer, maka satu magnetometer dipasang di tempat yang sama selama pengukuran yang berlaku sebagai base station dan dioperasikan secara otomatis merekam data medan magnet dengan selang waktu selama beberapa menit sedangkan satu sebagai rover dan melakukan interpolasi terhadap waktu. Koreksi diurnal dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$H_{base} \pm H_{rover} \quad (2.11)$$

Tujuan dari pemasangan base station ini adalah untuk mendapatkan data variasi harian (SEG UGM, 2012)

2.6 Koreksi Medan Magnet

Untuk mendapatkan nilai medan magnet anomali yang diinginkan, maka perlu dilakukan koreksi pada data medan magnetik total dari hasil pengukuran di setiap titik pengukuran. Koreksi yang digunakan yaitu koreksi IGRF dan koreksi diurnal.

2.6.1 Koreksi Variasi Harian

Koreksi *Diurnal* (harian) disebabkan karena adanya penyimpangan nilai medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran dan efek sinar matahari dalam satu hari. Koreksi harian adalah koreksi yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian (Sleep dan Fujita, 1997).

$$HD = \frac{(t_n - t_{aw})}{(t_{ak} - t_{aw})} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (2.12)$$

Dimana:

t_n : waktu pada titik n

t_{aw} : waktu awal

t_{ak} : waktu akhir

H_{ak} : Nilai medan magnet di titik akhir

H_{aw} : Nilai medan magnet di titik awal

2.6.2 Koreksi IGRF

Pengukuran medan magnet total pada dasarnya merupakan sumbangan dari tiga komponen dasar medan magnet, yaitu medan magnet utama (*main field*), medan luar (*external field*) dan medan anomali (*anomaly field*). Medan utama merupakan harga rata-rata intensitas medan magnet untuk pengukuran.

Dari ketiga komponen dasar harga intensitas medan magnet tersebut diatas dapat diperoleh hubungan sebagai persamaan 2.13 berikut (Sleep dan Fujita, 1997):

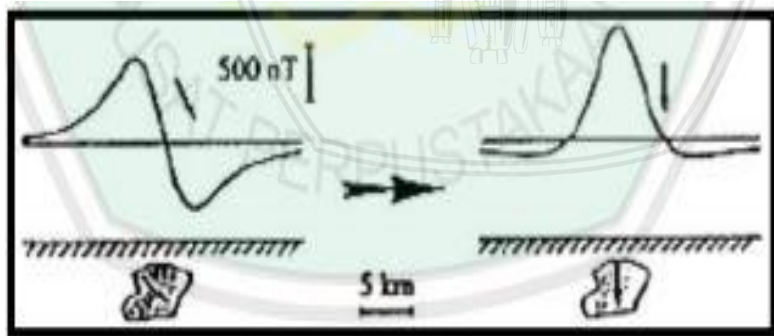
$$\Delta H = H - H_D - H_O \quad (2.13)$$

dimana :

- ΔH = Anomali medan magnetik
- H = Medan magnet total bumi
- H_D = Medan magnet pengaruh luar
- H_O = Medan magnet utama bumi (IGRF)

2.7 Reduksi Ke kutub

Reduction to pole atau biasa disebut dengan Reduksi ke kutub adalah satah satu transformasi yang digunakan untuk mempermudah intepretasi. Adapun yang mendasari dilakukannya transformasi ini adalah adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah Reduksi kekutub dilakukan dengan mengubah arah magnetisasi dan medan utama dalam arah vertikal. Hal ini dapat memperlihatkan klosur-klosur lokasi benda penyebab anomali. Menurut Aimatul (2012), reduksi ke kutub bertujuan agar anomali medan magnet maksimum terletak tepat di atas tubuh benda penyebab anomali, Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi benda menjadi 90° dan deklinasinya 0° . Karena pada kutub magnetik, medan magnet bumi dan induksi magnetisasinya berarah ke bawah, Hasil anomali sebelum dan sesudah dilakukannya reduksi ke kutub dijelaskan pada gambar 2.8 (Sleep dan fujita, 1997).



Gambar 2.8 Anomali Magnetic sebelum dan Sesudah d RTP (Telford, 1990 : 74)

2.8 Kontinuitas ke atas

Kontinuasi ke atas adalah langkah merupakan proses transformasi data medan magnet yang terukur pada satu permukaan ke permukaan lain yang lebih tinggi, kontinuitas ke atas merupakan salah satu metode yang sering digunakan kontinuitas ke atas dilakukan terhadap data anomali medan magnet total. Tujuan dari kontinuitas ke atas ini adalah untuk menghilangkan pengaruh lokal yang masih terdapat pada data dan mencari pengaruh dari anomali regionalnya. Semakin tinggi kontinuitas data, maka informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas. Pada umumnya proses kontinuitas ke atas dilakukan untuk menggabungkan data survei yang terukur dengan ketinggian berbeda, sehingga mampu mentransformasi data tersebut pada permukaan yang lebih konsisten. Selain itu kontinuitas ke atas juga dapat menghilangkan efek dari sumber dari anomali dangkal (Dafiqy,2012).

2.9 Koreksi Efek Regional

Dalam Banyak Kasus Data anomali magnetik yang menjadi target survei selalu bersuperposisi atau bercampur dengan anomali magnetik lain yang berasal dari sumber yang sangat dalam dan luas di bawah permukaan bumi. Anomali magnetik ini disebut sebagai anomali magnetik regional (Breiner, 1973). Dalam melakukan interpretasi anomali medan magnetik yang menjadi target survei , maka dilakukan koreksi efek regional yang bertujuan untuk menghilangkan efek anomali magnetik regional dari data anomali medan magnetik hasil akuisisi (Blakely, 1996). Salah satu yang dapat dilakukan untuk mendapatkan anomali regional adalah dengan melakukan pengangkatan ke atas hingga pada ketinggian tertentu, dimana peta kontur anomali yang dihasilkan sudah cenderung tetap dan tidak mengalami perubahan pola lagi ketika dilakukan pengangkatan yang lebih tinggi.

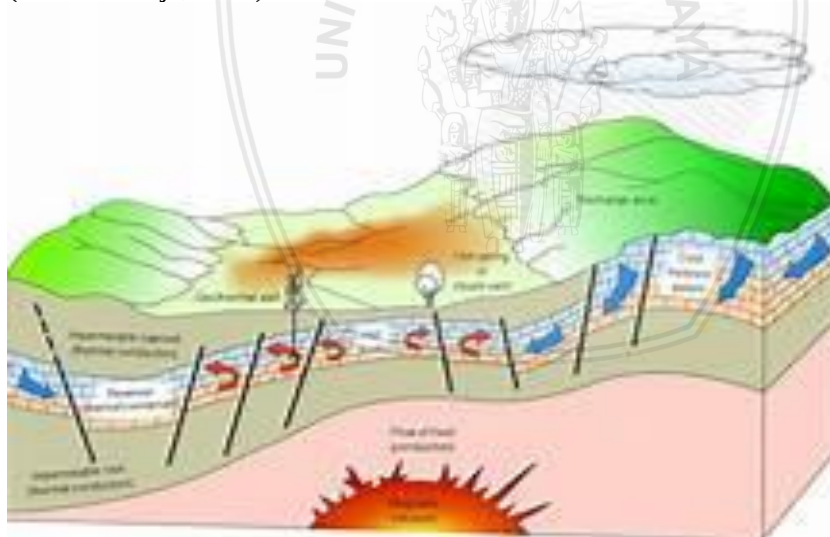
2.10 Sistem Panas Bumi

Secara garis besar Energi panasbumi merupakan energi panas alami yang berasal dari dalam bumi yang ditransfer ke permukaan bumi secara konduksi dan konveksi. Menurut undang – undang Nomor 21 tahun 2014 pengertian dari panas bumi adalah bahwa sumber energi panas yang terkandung dalam fluida panas berupa air panas dan uap air serta batuan bersama mineral dan gas lainnya yang

tidak dapat dipisahkan dalam sistem panas bumi (Aris.M .2017) . Menurut saemudsson (2009) Membagi sistem panas bumi berdasarkan keadaan geologinya terdiri atas sistem yang berasosiasi dengan tektonik aktif dan sistem yang berasosiasi dengan aktifitas sedimentasi.

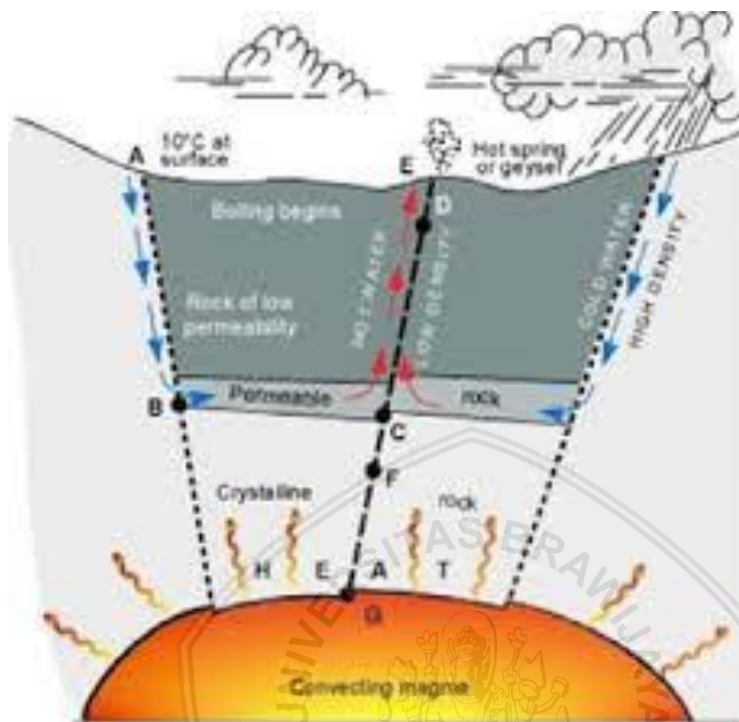
Sistem geothermal terdiri dari tiga elemen utama: (1) batuan reservoir yang permeabel, (2) air yang membawa panas dari reservoir ke permukaan bumi, dan (3) sumber panas (Hochstein dkk, 2000). Selain itu, hal esensial yang dibutuhkan untuk keberadaan sistem geothermal menurut Kasbani (2009) adalah batuan penutup (*cap rock*) yang berfungsi untuk menjaga akumulasi panas dan menahan aliran panas fluida panas bumi ke permukaan.

Batuan di dalam sistem panas bumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral *paramagnetik* atau bahkan *diamagnetik*. Nilai magnet yang rendah dapat diinterpretasikan sebagai zona reservoir dan sumber panas (Sumintadireja, 2005).



Gambar 2.9 Skema model panas bumi modifikasi dari (Dickson dan Fanelli (1995)

Gambar 2.9 menunjukkan skema model panas bumi dimana Sumber energi panasbumi berasal dari magma berada di dalam bumi. Magma tersebut menghantarkan panas secara konduktif pada batuan di sekitarnya. Panas tersebut juga mengakibatkan aliran konveksi fluida *hydrothermal* di dalam pori-pori batuan, kemudian fluida *hydrothermal* ini akan bergerak ke atas namun tidak sampai ke permukaan karena tertahan oleh lapisan batuan yang bersifat *impermeabel*. Adanya lapisan *impermeabel* tersebut, maka *hydrothermal* yang terdapat pada *reservoir* panasbumi terpisah dengan *groundwater* yang berada lebih dangkal. *Reservoir* panasbumi umumnya berupa lapisan batuan hasil interaksi kompleks dari proses tektonik aktif. *Reservoir* panasbumi yang produktif memiliki permeabilitas tinggi, geometri *reservoir* yang besar, dan kandungan fluida yang tinggi. Intensitas proses tektonik aktif yang tinggi menyebabkan permeabilitas pada *reservoir* panasbumi dapat berupa rekahan (*fracture*) yang saling berhubungan. Litologi *reservoir* panasbumi dapat berupa apapun dengan syarat memiliki permeabilitas yang baik (Fournier, 1991). Terdapat beberapa manifestasi panas bumi di permukaan menurut (Saptiadji, 2012) antara lain Tanah Hangat (*Warm Ground*), Tanag Beruap (*Steaming Ground*), Mata air panas (*Hot Spring*), Kolam Air Panas (*Hot Pools*), Telaga Air Panas (*Hot Lakes*), Fumarol, Solfatara, *Geyser*, Kubangan Lumpur Panas (*Mud Pools*), *Silika Sinter* dan Batuan Alterasi. Dimana Manifestasi ini memberikan informasi karakteristik dari sistem panas bumi yang ada di bawah permukaan.



Gambar 2.10 Skema Model Konveksi Fluida Panah Merah menunjukkan Aliran Fluida panas dan panah Biru fluida dingin Sistem Panas bumi modifikasi dari Dickson dan Fanelli (1995)

Gambar 2.10 menjelaskan bagaimana mekanisme Fluida yang terdapat dalam sistem panas bumi, Pada suatu sistem hidrotermal fluida panasbumi berasal dari Fluida meteorik dingin yang berasal dari recharge pada gambar di tunjukan dengan panah warna biru. Bergerak ke bawah melalui rekahan-rekahan atau batuan permeable akibat adanya gravitasi bumi. Kemudian fluida yang dekat dengan sumber panas akan mengalami pemanasan secara konduksi oleh batuan yang berada di sekitar sumber panas. Karena fluida panas memiliki masa jenis lebih ringan dari fluida dingin, maka fluida panas akan cenderung bergerak ke atas, Fluida panas tersebut bergerak ke atas melalui struktur geologi yang memungkinkan baik berupa patahan, rekahan ataupun batuan permeable kemudian muncul di permukaan sebagai manifestasi baik berupa mata air panas, Hot pools, Geyser dll (Dickson dan Fanelli, 1995). Perubahan fasa bisa saja

terjadi dalam perjalanannya, yaitu pada saat temperatur air telah mencapai temperatur saturasinya atau temperatur titik didihnya. Bila hal itu terjadi maka fluida akan berupa campuran uap air. Apabila pada kedalaman tertentu temperatur air lebih besar dari temperatur saturasinya maka di dalam sistim hanya terdapat satu fasa saja, yaitu fasa uap

2.11 Geokimia Fluida Panas Bumi

Komposisi kimia fluida panas bumi dipengaruhi oleh adanya interaksi antara batuan dan air. Anion yang terkandung dalam air panas bumi dapat menunjukkan proses interaksi tersebut. Konsentrasi masing-masing unsur terlarut seperti Cl, HCO_3 , dan SO_4 dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tipe air panas dari suatu sistem panas bumi yang dapat pula dievaluasi dengan menggunakan diagram trilinier Cl- HCO_3 - SO_4 (Sukhyar dkk, 2014).

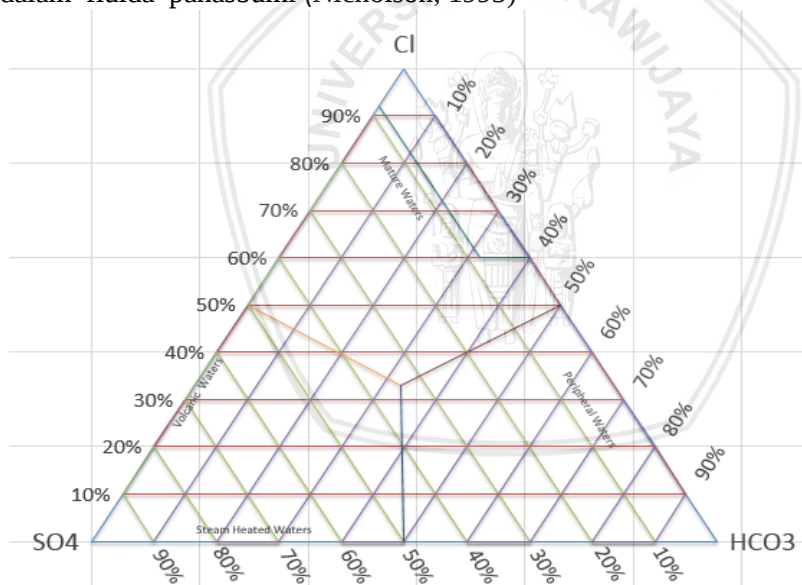
Tipe air yang pertama yaitu Klorida, tipe air ini banyak ditemukan pada area dengan sistem panas bumi temperatur tinggi. Wilayah yang memiliki mata air panas yang mengalir dalam skala besar dengan konsentrasi Cl yang tinggi berasal dari reservoir dalam dan merupakan indikasi dari zona permeabel pada area tersebut (Aribowo dan Heri, 2012). Mata air panas Cl dengan debit keluaran dan temperatur yang tinggi merupakan air yang paling representatif untuk mengetahui kondisi reservoir. Mata air panas Klorida juga dapat menunjukkan zona temperatur tinggi dari suatu sistem panas bumi. Pada sistem panas bumi topografi datar, kemunculan air klorida dapat mengindikasikan zona *upflow* atau bertemperatur tinggi. Sementara itu pada topografi tinggi kemunculan jenis ini umumnya berasosiasi dengan zona *Outflow* atau aliran lateral dari suatu sistem panas bumi.

Air asam sulfat merupakan fluida yang terbentuk pada kedalaman dangkal sebagai akibat dari proses kondensasi gas panas bumi yang menuju dekat permukaan (Aribowo dan Heri, 2012). Air asam sulfat terbentuk di daerah paling dangkal pada sistem panas bumi. Air asam sulfat dicirikan dengan SO_4 yang tinggi, Cl dan HCO_3 sangat rendah dengan pH rendah (2-3). Biasanya terbentuk kolam lumpur dan pelarutan batuan sekitarnya. Kemunculan air asam sulfat yang disertai fumarol pada sistem panas bumi topografi tinggi merupakan indikasi zona *upflow* (Sukhyar dkk, 2014).

Air tipe Bikarbonat dicirikan dengan kandungan unsur HCO_3 yang tinggi, terbentuk didaerah pinggir dan dangkal, terdapat pencampuran fluida panas bumi dengan air tanah dangkal. air bikarbonat umumnya terbentuk di daerah dekat permukaan (Sukhyar, 2014). Air tipe ini memiliki pH yang mendekati netral akibat reaksi batuan lokal (baik reservoir dangkal atau selama proses mengakir ke permukaan).

2.11.1 Diagram Segitiga Cl-SO₄-HCO₃

Diagram ini ialah sebuah metode yang digunakan dalam penentuan tipe fluidareservoir dalam rangka menentukan karakteristik suatu reservoir ditunjukkan gambar 2.11 Kandungan kimia yang digunakan sebagai indikatornya adalah klorida (Cl), bikarbonat (HCO_3), dan sulfat (SO_4). Penggunaan komponen berupa tersebut bermanfaat untuk mengetahui komposisi fluida panasbumi karena unsur tersebut merupakan zat terlarut yang paling banyak dijumpai dalam fluida panasbumi (Nicholson, 1993)



Gambar 2.11 Diagram Trilinear Cl-SO₄-HCO₃

Plotting ke diagram segitiga CL-SO₄-HCO₃ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11 dapat mempermudah dalam

pengelompokan serta pemeriksa trend sifat kimia fluida. Posisi data pada diagram segitiga dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = [Cl] + [SO_4] + [HCO_3] \quad (2.14)$$

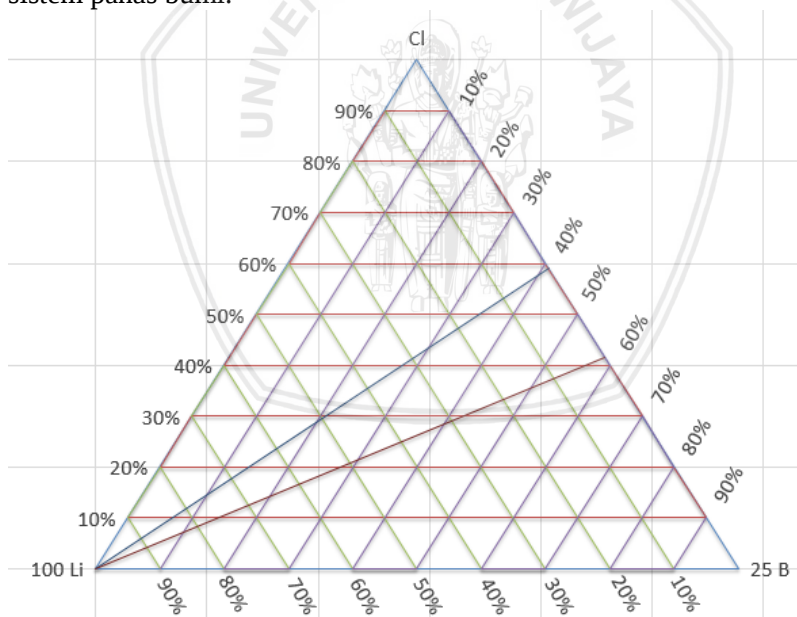
$$\% Cl = (100 [Cl]) / S \quad (2.15)$$

$$\% SO_4 = (100 [SO_4]) / S \quad (2.16)$$

$$\% HCO_3 = (100 [HCO_3]) / S \quad (2.17)$$

2.11.2 Diagram segitiga Cl-Li-B

Diagram segitiga Cl-Li-B dapat digunakan untuk menganalisa proses pendidihan dan pengenceran fluida manifestasi berdasarkan perbandingan konsentrasi Cl dan B yang telah diubah dalam persen. Diagram ini juga dapat menentukan zona *upflow* dan zona *outflow* dan dapat menentukan asal uasl dari fluida manifestasi berdasarkan Rasio B/Cl menurut (Nicholson, 1993) dari sebuah sistem panas bumi.



Gambar 2.12 Diagram Trilinear Cl-Li-B

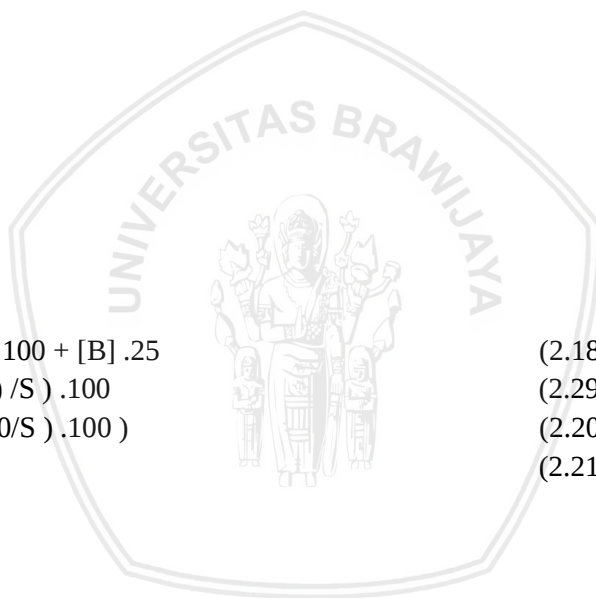
Kandungan relatif Cl, Li dan B dapat memberikan informasi mengenai kondisi fluida di bawah permukaan. Pengeplotan pada diagram segitiga Cl-Li-B yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 dapat digunakan untuk menentukan jenis manifestasi termasuk upflow atau outflow. Kemudian dari perbandingan B/Cl dapat digunakan sebagai indikator kesamaan fluida reservoir. Pengeplotan data pada diagram segitiga Cl – Li – B memerlukan faktor skala karena adanya perbedaan nilai konsentrasi yang sangat besar di antara ketiga komponen tersebut. Perhitungannya sebagai berikut :

$$S = [Cl] + [Li] \cdot 100 + [B] \cdot 25 \quad (2.18)$$

$$\% B = ([B] \cdot 25) / S \cdot 100 \quad (2.29)$$

$$\% Li = ([Li] \cdot 100 / S) \cdot 100 \quad (2.20)$$

$$\% Cl = [Cl] / S \quad (2.21)$$





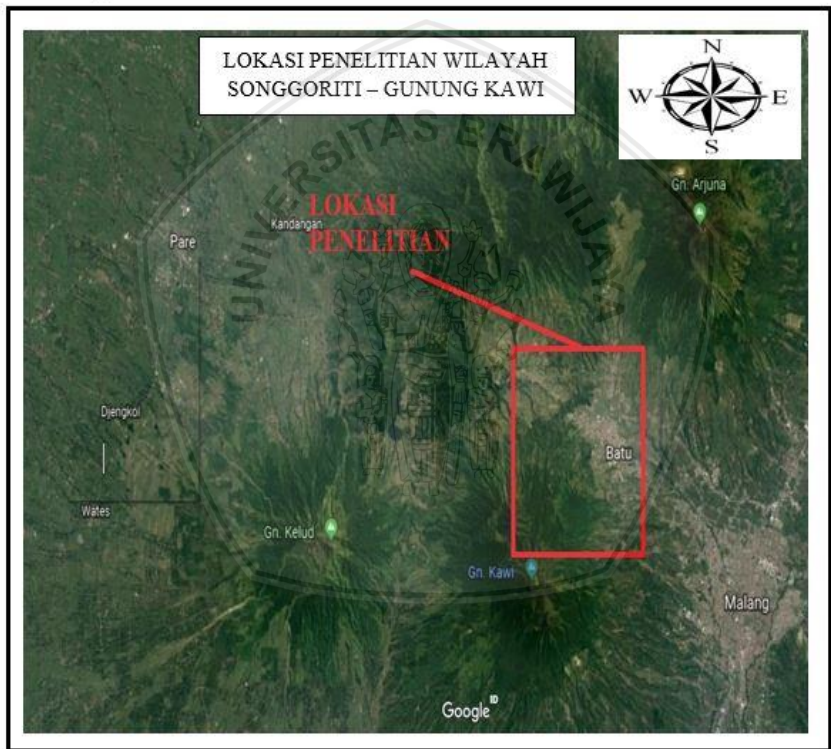
(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan tempat Pelaksanaan

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan data sekunder yang berasal dari Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan antara lain data magnetic, data geologi permukaan, waktu pengambilan data, koordinat lokasi setiap titik pengambilan, dan elevasi pada daerah penelitian. Untuk lokasi pada penelitian ini berada di kawasan songgoriti hingga gunung kawi kota batu Jawa Timur. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Lokasi Daerah penelitian

Keadaan alam pada penelitian ini terdiri dari perkebunan, persawahan, hutan, pinus, ladang, sungai, pegunungan, jalan utama, jalan lokal, rumah penduduk, villa, dan wisata. Penelitian

repository.ub.ac.id

didaerah ini didasarkan dengan adanya beberapa manifestasi mata air panas di daerah tersebut, Seperti di pemandian soggoriti dan kasinan Sehingga dimungkinkan terdapat adanya sumber panasbumi di bawah permukaan, Maka dari itu diperlukan suatu penyelidikan yang lebih lanjut. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika jurusan fisika , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Data Penelitian

Data yang di gunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Koordinat Lintang dan bujur
2. Waktu Pengambilan data
3. Ketinggian Titik ukur (Elevasi)
4. Data Geomagnet
5. Data Geologi Permukan

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengintepretasi hasil pengolahan berdasarkan anomali magnetic dan data geologi permukaan. Dan membandingkan dengan hasil inversi. Kemudian dengan melakukan koreksi medan magnet dalam penelitian ini diurnal dan IGRF yang dilakukan dengan menggunakan Ms.Excel kemudian dilakukan processing dengan menggunakan beberapa software yaitu *Ms.Excel Magpick* , *Surfer 10* digunakan untuk mendapatkan peta anomali residual yang nantinya akan digunakan sebagai pembuatan model bawah permukaan pada daerah penelitian dan *Mag2Dc* digunakan untuk pemodelan 2 Dimensi bawah permukaan pada daerah penelitian. *Oasis Montaj 8.4* digunakan sebagai pemodelan inversi dalam bentuk 3 Dimensi untuk membantu intepretasi secara kuantitatif dalam bentuk vertical.

3.4 Materi Penelitian

Dalam peneitian ini terdapat beberapa materi penelitian yang digunakan berupa data dan perangkat lunak. Data dalam penelitian ini yang digunakan antara lain :

- a. Data sekunder berupa data anomali magnetic
- b. Elevasi pada setiap titik pengukuran
- c. Koordinat dari masing – masing titik pengambilan data
- d. Data geologi permukaan dan berdasarkan study literature.

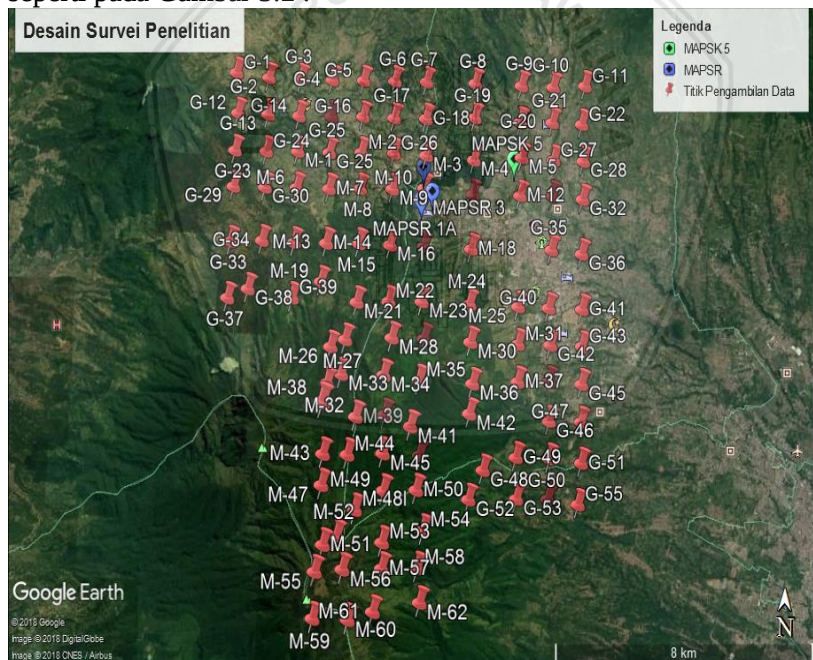
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Google Earth* untuk mengplot titik pengukuran pada pengambilan data.
- Geosoft Oasis Montaj* untuk mengolah data dalam bentuk 3 dimensi (pemodelan Inversi)
- Ms Excel untuk mengolah data dan untuk koreksi.
- Surfer digunakan sebagai proses Gridding dan pembuatan peta isomodis
- Mag2Dc* digunakan untuk menggambarkan struktur bawah permukaan 2 Dimensi
- Magpick* digunakan untuk proses kontinuasi, reduksi To Pole

3.5 Prosedure Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Desain Survey Penelitian

Pada penelitian ini digunakan 117 data, Dengan jarak 1 – 1.5 km setiap titik yang berokasi di daerah songgoriti Kasinan hingga daerah gunung kawi. Desain survei pada penelitian ini di tunjukan seperti pada Gambar 3.2 .



Gambar 3.2 Desain survei pengambilan data

3.5.2 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan suatu proses yang dilakukan terhadap data lapangan hasil pengukuran yang meliputi koreksi, Gridding, Konturing, dan analisis. Pada dasarnya data magnetik yang didapat merupakan medan magnet total (H) pada titik tertentu. Medan magnet total ini merupakan gabungan dari 3 komponen yaitu medan magnet bumi yang dihasilkan oleh sifat – sifat bumi yang secara keseluruhan (medan utama), medan magnet yang dihasilkan oleh sumber di atas permukaan bumi (medan magnet eksternal) dan medan magnet yang dihasilkan oleh ketidak homogenan kerak bumi atau biasa disebut anomaly. Untuk mendapatkan nilai anomali magnetic perlu dilakukan koreksi hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai anomali magnetic yang sudah tidak dipengaruhi oleh magnetik dari dalam dan luar bumi. Pada pengolahan magnetik terdapat 2 koreksi utama yang dapat digunakan. Yaitu koreksi IGRF dan koreksi diurnal atau koreksi harian. Koreksi diurnal berguna untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet yang berasal dari luar bumi seperti pengaruh matahari. Koreksi harian akan menghasilkan medan magnet yang hanya berasal dari dalam bumi. Koreksi IGRF berfungsi untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet yang berasal dari dalam bumi karena disebabkan oleh medan magnet utama (*Out Core*) .

a. Koreksi IGRF

Pengukuran medan magnet total pada dasarnya merupakan sumbangan dari tiga komponen dasar medan magnet, yaitu medan magnet utama (*main field*), medan luar (*external field*) dan medan anomali (*anomaly field*). Nilai medan magnet utama tidak lain adalah nilai IGRF. Jika nilai medan magnet luar dihilangkan dengan menggunakan koreksi harian , maka kontribusi medan magnet utama dihilangkan dengan koreksi IGRF. IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangkan nilai IGRF terhadap nilai medan magnet total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran (Dafiqy,2012) dapat dikatakan Koreksi IGRF merupakan koreksi secara regional yang dilakukan terhadap data magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi. Koreksi ini bersifat global. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangkan nilai medan magnet yang terbaca dengan nilai IGRF daerah tersebut.

b. Koreksi Harian

Medan magnet bumi bervariasi dari permukaan itu dari waktu ke waktu dan tempat ke tempat. Perubahan ini terutama disebabkan oleh variasi dalam aktivitas matahari dan efek badai matahari yang ada pada lokasi yang berbeda di bumi. Koreksi *Diurnal* (harian) digunakan karena adanya penyimpangan nilai medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran dan efek sinar matahari dalam satu hari. Koreksi harian dapat diperoleh dengan mengurangi nilai intensitas magnet pada titik pengukuran dengan nilai intensitas magnet pada base station (Interpolasi linier terhadap waktu), dengan rumusan sebagai berikut. (Iqbal,2014)

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

Dimana:

t_n : waktu pada titik n

t_{aw} : wktu awal

t_{ak} : waktu akhir

H_{ak} : Nili medan magnet di titik akhir

H_{aw} : Nilai medan magnet di titik awal

c. Kontinuitas Ke atas

Pada pengolahan data geomagnet , proses kontinuitas ke atas dapat digunakan untuk menghilangkan atau mereduksi efek magnetik regional yang berasal dari sumber yang bersifat dalam yang tidak terkait dengan survei. Kontinuitas ke atas merupakan proses transformasi data medan magnet yang terukur pada satu permukaan ke permukaan lain yang lebih tinggi atau lebih jauh dari sumber anomali. Tujuan dari kontinuitas ke atas ini adalah untuk menghilangkan pengaruh lokal yang masih terdapat pada data dan mencari pengaruh dari anomali regionalnya Pada proses ini dilakukan hingga di dapatkan peta kontur yang relatif konstant dan tidak ada perubahan ketika di lakukan pengangkatan yang lebih tinggi lagi, dalam penelitian ini menggunakan *software Magpick* (Dafiqy,2012).

d. Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub dalam pengolahan geomagnet merupakan transformasi yang digunakan untuk mempermudah dalam proses intepretasi. Karena hasil yang didapatkan cenderung lebih jelas Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi 90°

dan deklinasinya 0° . Pengolahan RTP ini dilakukan dengan menggunakan Software *Magpick* kemudian hasil grid di tampilkan pada *Surfer*.

e. Pemisahan Anomali Residual dan Regional

Pemisahan anomali regional dengan residual merupakan tahapan yang sangat dibutuhkan pada data magnetik. Pemisahan anomali ini disebut juga koreksi efek regional. Besar anomali magnetik total hasil akuisisi terdiri dari dua komponen yang saling bersuperposisi yaitu komponen anomali regional dan anomali residual. Dalam interpretasi yang dibutuhkan adalah anomali residual saja. Data anomali medan magnet yang menjadi target survei selalu bersuperposisi dengan anomali medan magnet lain yang bersumber sangat dalam dan luas di bawah permukaan yang disebut dengan anomali magnet regional. Untuk melakukan interpretasi anomali medan magnetik yang menjadi target survei adalah anomali residual dengan tujuan untuk menghilangkan efek anomali regional dari data anomali magnet total dapat digunakan dengan cara mengurangi nilai anomali magnetik total dengan anomali residual (Blakely, 1996).

3.6 Pemodelan

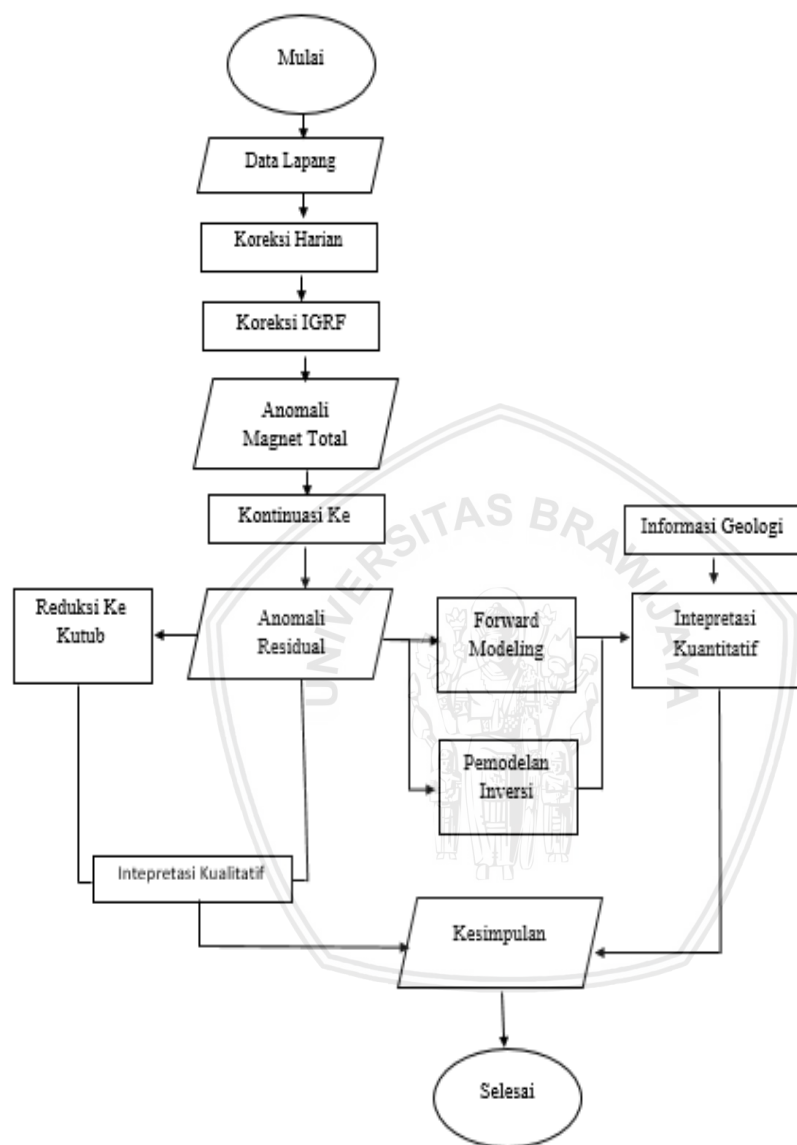
Setelah kontur anomali tergambar kemudian dilakukan pemodelan. Pemodelan ini digunakan untuk mengetahui gambaran kondisi bawah permukaan dari daerah yang diteliti. Dalam penelitian ini, dilakukan analisa terhadap penampang melintang dari anomali residual. Hal yang diperhatikan dalam penarikan garis penampang adalah pola anomali dan konturnya. Bentuk yang dipertimbangkan berupa tinggian dan rendahan anomali serta kerapatan kontur yang berguna untuk menentukan keadaan bawah permukaan seperti adanya patahan, intrusi dan adanya proses demagnetisasi pada batuan yang dimungkinkan adanya komponen dari panas bumi.

Penelitian ini menggunakan 2 pemodelan yaitu *forward modelling* dan *inversi*. Pada *forward modelling*, setelah melakukan penarikan garis penampang kemudian dilakukan proses *digitasi* dan *Slicing* dengan menggunakan program *surfer*. Hasil dari proses tersebut adalah data berupa anomali dan jarak lintasan pada penampang yang telah dibuat, yang merupakan masukan data masukan untuk *software Mag2dc* sebagai suatu penampang melintang anomali. Setelah model anomali tergambar, kemudian

dapat dilakukan pemodelan bawah permukaan dengan memasukkan beberapa parameter seperti kontras suseptibilitas batuan, ketebalan lapisan batuan tertentu dengan menyesuaikan pada peta geologi setempat. Sedangkan pemodelan inversi digunakan *software oasis montaj 8.4*. Dalam pemodelan inversi ini untuk membantu dalam proses interpretasi dengan memodelkan bawah permukaan dalam bentuk 3 Dimensi. Masukan dari pemodelan inversi ini berupa anomali residual. dengan memplot anomali residual yang didapat dalam bentuk poligon, pengolahan inversi ini dilakukan secara online dengan memasukkan beberapa parameter yaitu waktu pengambilan, *Inklinasi, Declinasi* dan elevasi.

3.7 Interpretasi dan Analisis

Dalam penelitian ini Interpretasi data dilakukan dengan dua cara yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Pada Interpretasi kualitatif dilakukan dengan cara menganalisa peta kontur anomali magnetik residual dengan hasil yang di peroleh berupa posisi benda penyebab anomali magnetik berdasarkan degradasi warna dari kontur. yang berguna untuk memperkirakan posisi atau letak anomali magnetik serta dapat mengetahui gambaran bawah permukaan. Sedangkan interpretasi secara kuantitatif bertujuan untuk menentukan bentuk model dan kedalaman benda anomali atau struktur geologi dengan pemodelan yang matematis. Dalam penelitian ini digunakan *software Mag2dc*. Dengan metode *forward modelling* (pencocokan profil model dengan profil data lapangan) Prinsip kerja dari program ini dengan menyamakan bentuk dari anomali pengamatan (berupa garis putus – putus) dengan anomali perhitungan (berupa garis tegas). Sedangkan pemodelan inversi digunakan untuk mempermudah dan menunjang interpretasi dengan memodelkan dalam bentuk 3 dimensi berdasarkan nilai suseptibilitas dan kedalaman



3.3 Diagram pengolahan Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

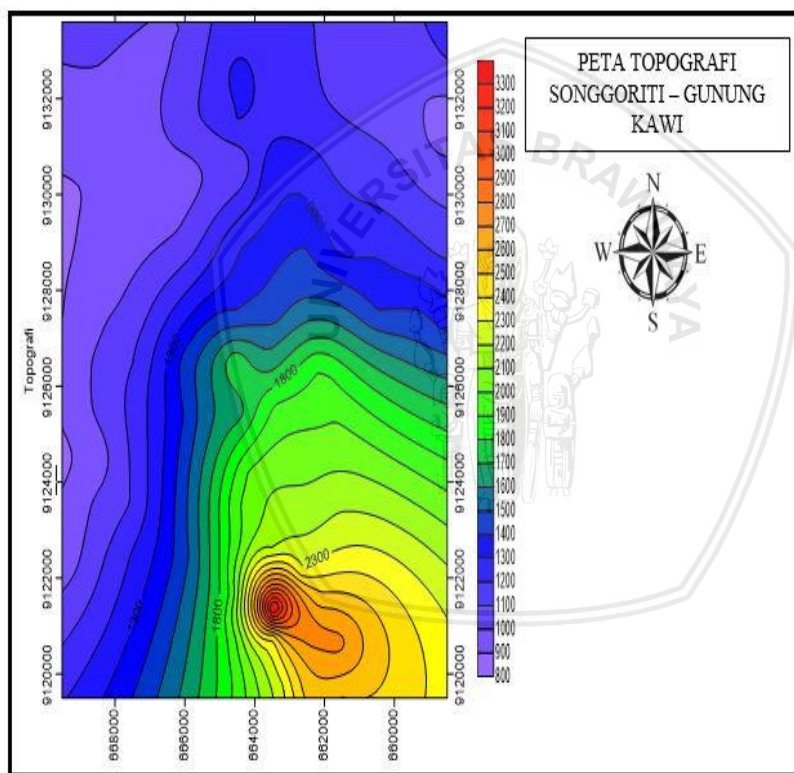
Dalam ilmu Geofisika salah satu metode yang sering digunakan dalam kegiatan eksplorasi adalah metode geomagnetik. Prinsip metode geomagnetik ini memanfaatkan sifat dari kemagnetan bumi. pengukuran variasi intensitas medan magnet di permukaan bumi disebabkan karena adanya variasi benda termagnetisasi atau adanya proses demagnetisasi yang berada di bawah permukaan bumi. Data yang didapat pada hasil pengukuran merupakan medan magnet bumi total, yang terdiri dari medan magnet utama (disebabkan oleh adanya sumber yang berada di dalam bumi), medan magnet eksternal, dan medan magnet yang dihasilkan oleh ketidak homogenan kerak bumi (anomali). Nilai yang digunakan dalam metode geomagnetik ini merupakan nilai anomali magnetik. Penggunaan metode magnetik ini menghasilkan kontur yang menggambarkan distribusi susptibilitas dari suatu batuan di bawah permukaan. Sehingga dengan metode ini peneliti dapat memetakan suatu daerah berdasarkan dari efek magnetik batuan yang ada di bawah permukaan . Dalam penelitian ini, data yang digunakan berasal dari Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral degan 117 titik ukur dengan jarak antar titik sebesar 1 – 1.5 km. Yang meliputi wilayah Songgoriti – Gunung Kawi dengan 5 manifestasi. Dari data yang di dapat tersebut kemudian dilakukan pengolahan data yang kemudian diinterpretasi.

4.1 Pengolahan Data

Dari data yang di dapat kemudian dilakukan pengolahan data geomagnet, dengan tujuan untuk mendapatkan harga anomali medan magnet total dari satu titik pengambilan yang disebabkan oleh kemagnetan batuan. Data yang di gunakan berupa Data hasil pengukuran, posisi titik pengambilan data (koordinat), waktu pengambilan data dan elevasi, pada pengambilan data. Kemudian lagkah selanjutnya degan menghitung koreksi diurnal dann koreksi IGRF dengan menggunakan *software microsoft excell* dilanjutkan dengan dilakukan proses kontinuuasi ke atas dan reduksi ke kutub untuk anomali lokal pada proses ini digunakan *software Magpick*. Sedangkan pada pemodelan inversi dengan momplot anomali residual dalam bentuk poligon dengan memasukan parameter waktu pengukuran, Deklinasi, Inklinasi proses inversi dilakukan secara

online kemudian melakukan proses Clipping untuk mengetahui kondisi bawah permukaan agar lebih jelas dan memetakan serta melakukan interpretasi.

Untuk menampilkan data berupa peta kontur, yang terdiri dari peta kontur topografi, peta kontur medan magnet total, peta kontur anomali regional, peta kontur anomali lokal dan juga peta kontur anomali lokal yang telah di reduksi ke kutub (monopole). Pembuatan peta kontur ini dengan menggunakan *software surfer*. Pembuatan peta kontur topografi dengan memasukan nilai elevasi dan koordinat pada titik pengukuran pengambilan data. Seperti yang di tunjukan pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Kontur Topografi Daerah Penelitian

1.1.1 Koreksi Diurnal

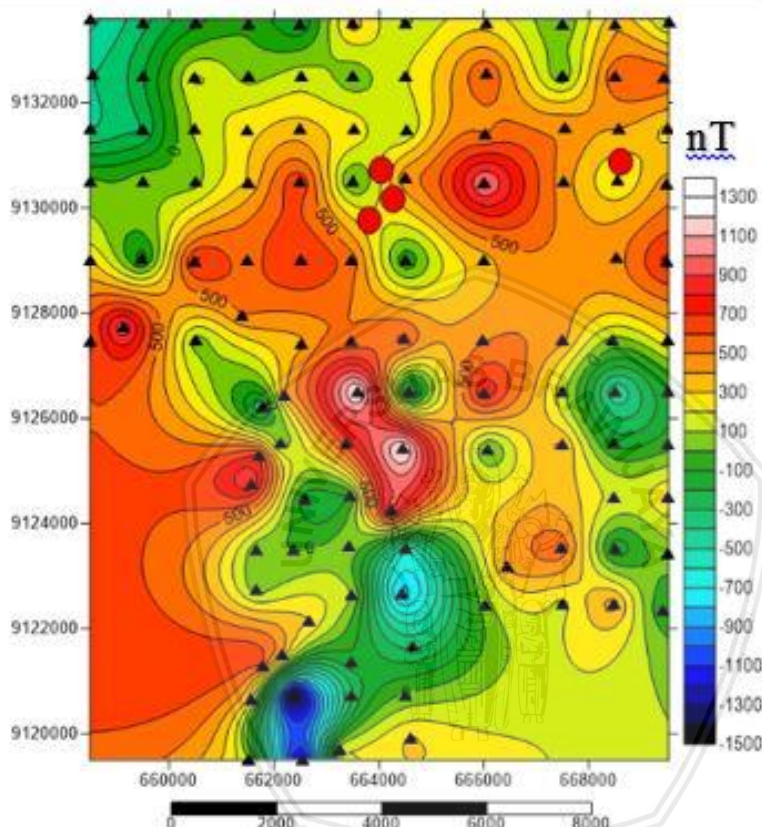
Medan magnet bumi bervariasi dari waktu ke waktu dan wilayah ke wilayah lain. Perubahan tersebut diakibatkan karena beberapa hal seperti matahari dan efek badai matahari yang ada pada lokasi yang berbeda di bumi. Perhitungan Koreksi harian (Diurnal) ini bertujuan untuk menghilangkan efek medan magnetik yang berasal dari luar.

4.1.2 Koreksi IGRF

Menurut (Lesmana 2007), pengukuran medan magnet total pada dasarnya terdiri dari tiga komponen utama yaitu medan luar (external-field), medan utama (main-field) dan medan anomali (anomaly-field). Medan utama merupakan harga rata – rata intensitas medan magnet untuk daerah pengukuran. Koreksi ini dilakukan terhadap data magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama. Setelah melalui proses koreksi IGRF dan koreksi harian , maka akan didapatkan nilai anomali magnetik total. Selanjutnya nilai dari anomali magnetik tersebut di plot dalam bentuk peta kontur. Plot dilakukan dengan menggunakan software *Surfer*. Teknisnya dengan menginput posisi latitude dan longitude yang merupakan koordinat dari titik pengambilan data dan nilai anomali magnetik total. Kemudian melakukan proses gridding.

Nilai anomali ini masih terdiri dari campuran antara anomali regional dan residual. Seperti yang terlihat pada gambar 4.2 Peta Kontur Anomali Magnetik di bawah ini:

PETA ANOMALI MAGNETIK TOTAL WILAYAH SONGGORITI GUNUNG - KAWI



Keterangan :

- : Manifestasi Panas Bumi
- ▲ : Titik Pengamatan
- : Kontur
- : Skala



Gambar 4.2 Kontur Anomali Medan Magnet Total dengan interval 200 nT

Gambar peta kontur 4.2 merupakan kontur anomali medan magnet total yang masih berkontribusi dari medan magnet Regional dan residual. Terlihat nilai intensitas magnetik dapat dijelaskan berdasarkan skala warnanya, yang di tandai dengan nilai anomali positif dan negatif. Dimana nilainya berkisar antara -1500 nT untuk nilai minimumnya dan 1300 nT untuk nilai maksimumnya. Nilai anomali magnetik pada Gambar 4.2 daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok anomali, yaitu anomali magnetik rendah dengan warna biru tua sampai biru muda dengan nilai -1500 sampai - 500. Anomali magnetik sedang pada skala warna kuning sampai hijau dengan nilai -300 nT sampai 300 nT dan anomali tinggi dengan nilai di atas 300 nT. Pada gambar tersebut terlihat bahwa intensitas medan magnet positif yang terdapat pada daerah penelitian kemungkinan disebabkan oleh batuan yang lebih magnetik, yakni lapisan vulkanik.

4.1.3 Kontinuasi Ke Atas

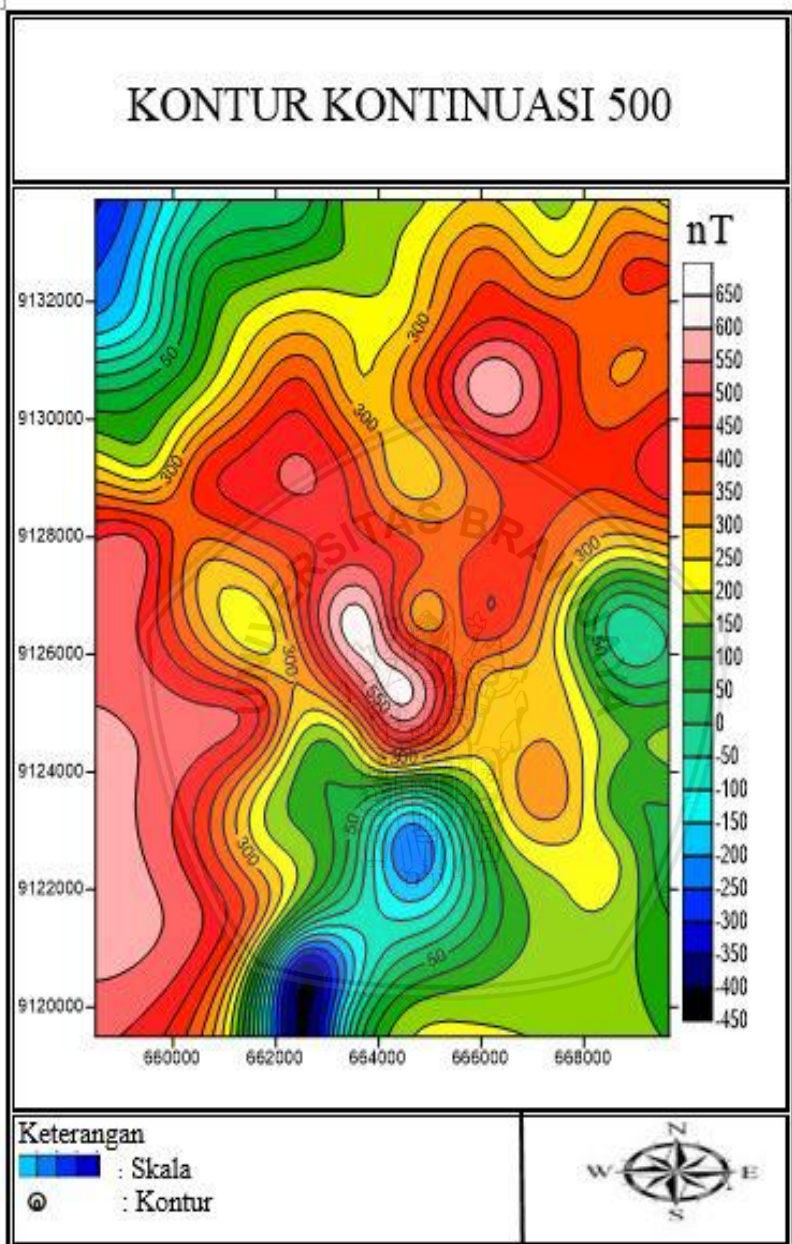
Dari hasil yang didapat setelah dilakukannya koreksi, maka didapat peta anomali medan magnet total yang merupakan gabungan dari nilai anomali regional dan anomali lokal (residual). Maka dari itu masih perlu dilakukannya pemisahan antara anomali tersebut, karena pada interpretasi yang dibutuhkan hanya anomali lokal saja. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memisahkan kedua anomali tersebut adalah dengan melakukan proses Kontinuasi ke atas. Dimana proses ini berguna untuk memisahkan anomali regional dan anomali residual yang menjadi target survei. Anomali regional ini berasosiasi dengan anomali yang bersifat dalam, sedangkan anomali residual mengandung informasi anomali yang bersifat dangkal yang menjadi target dalam penelitian. Selain itu kontinuasi ini dimaksudkan agar didapat pola anomali magnetik regional yang lebih halus (*smooth*). Pada penelitian ini proses kontinuasi dilakukan dengan menggunakan *software Magpick*.

Dalam proses kontinuasi ini dilakukan pada ketinggian tertentu, Peneliti harus mengatur besar ketinggian yang akan diangkat dari permukaan. Dalam proses ini menggunakan metode coba – coba (*trial and error*). Dalam pembahasan ini dilakukan kontinuasi pada ketinggian 500 hingga 5500 meter di atas permukaan laut. Hasil kontinuasi ke atas dengan ketinggian 4500 meter diatas permukaan laut digunakan , hal ini dikarenakan sudah tidak ada pasangan dipole

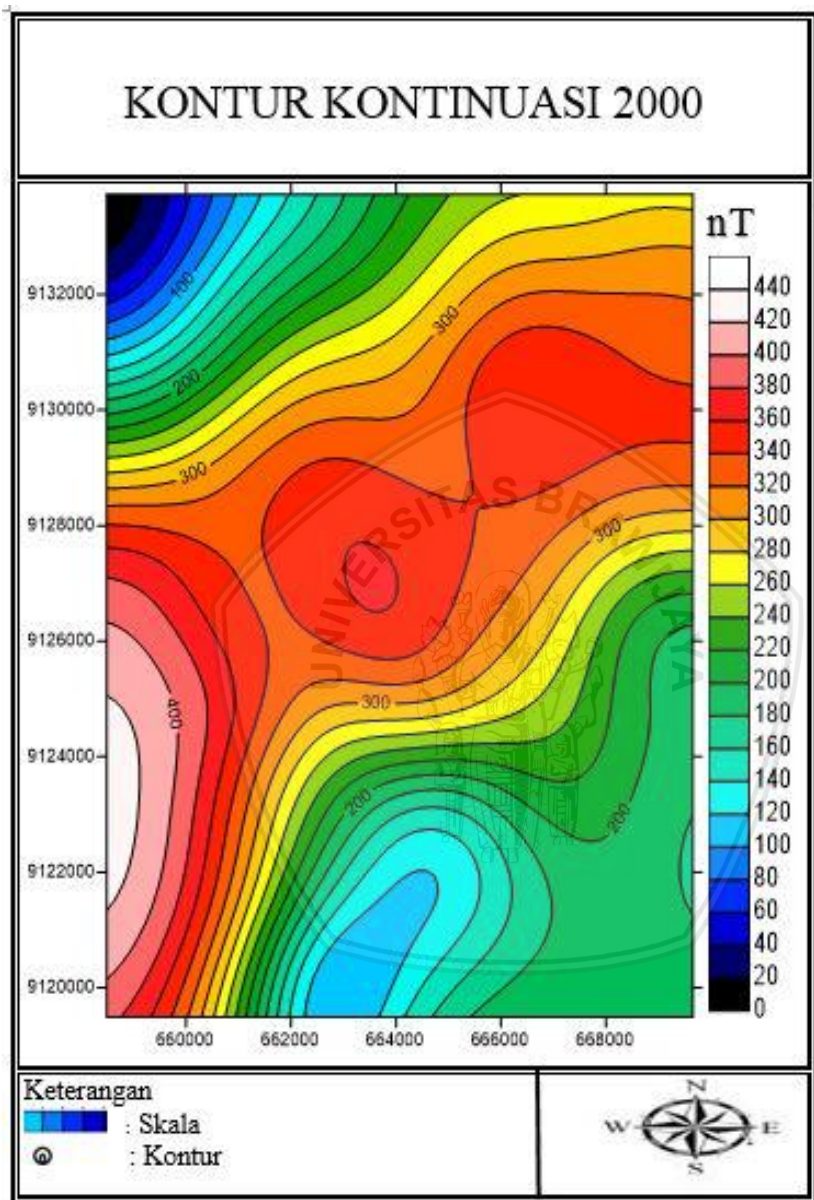
magnetik yang terbentuk pada peta anomali regional dimana peta kontur anomali yang dihasilkan sudah cenderung tetap dan tidak mengalami perubahan pola lagi ketika dilakukan pengangkatan yang lebih tinggi.

Hasil dari penerapan kontinuitas ke atas (*Upward continuation*) Ditunjukan pada Gambar 4.3 (a), (b), (c), (d) dan (e)

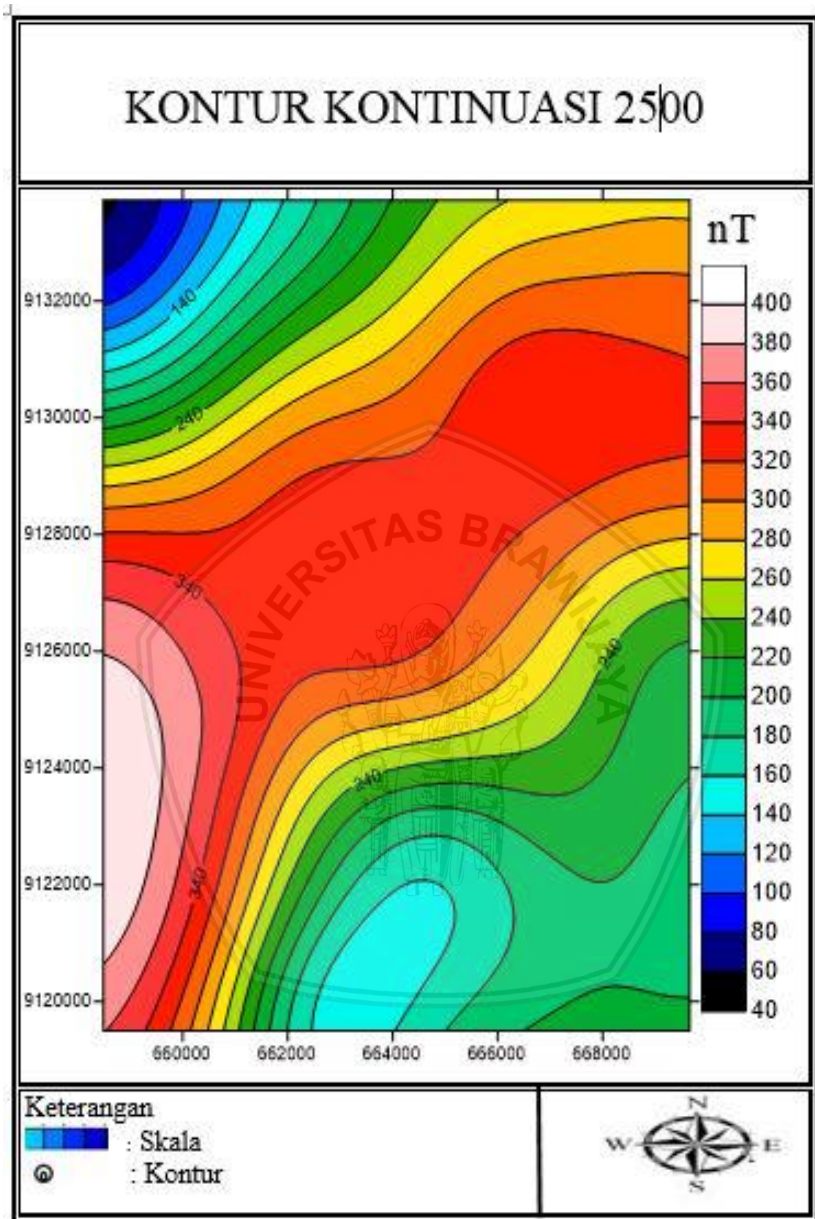




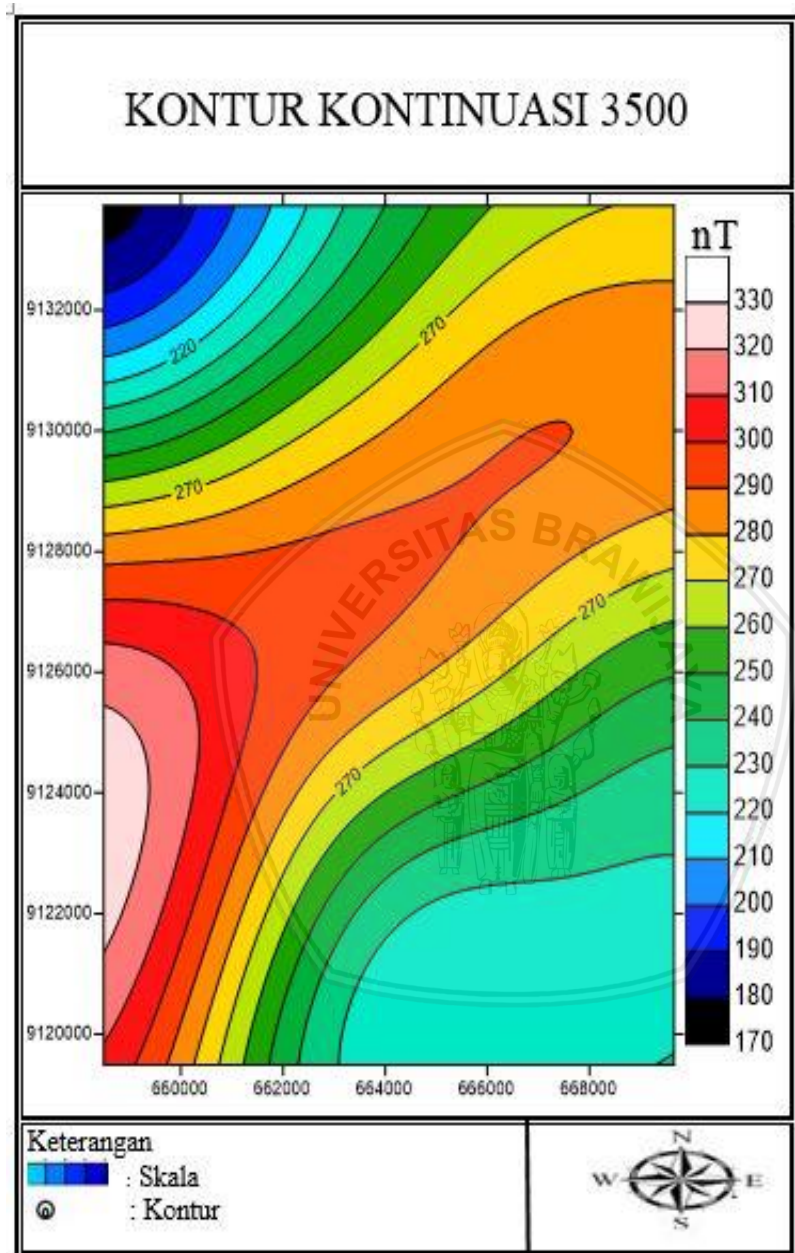
Gambar 4.3 (a) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 500 m



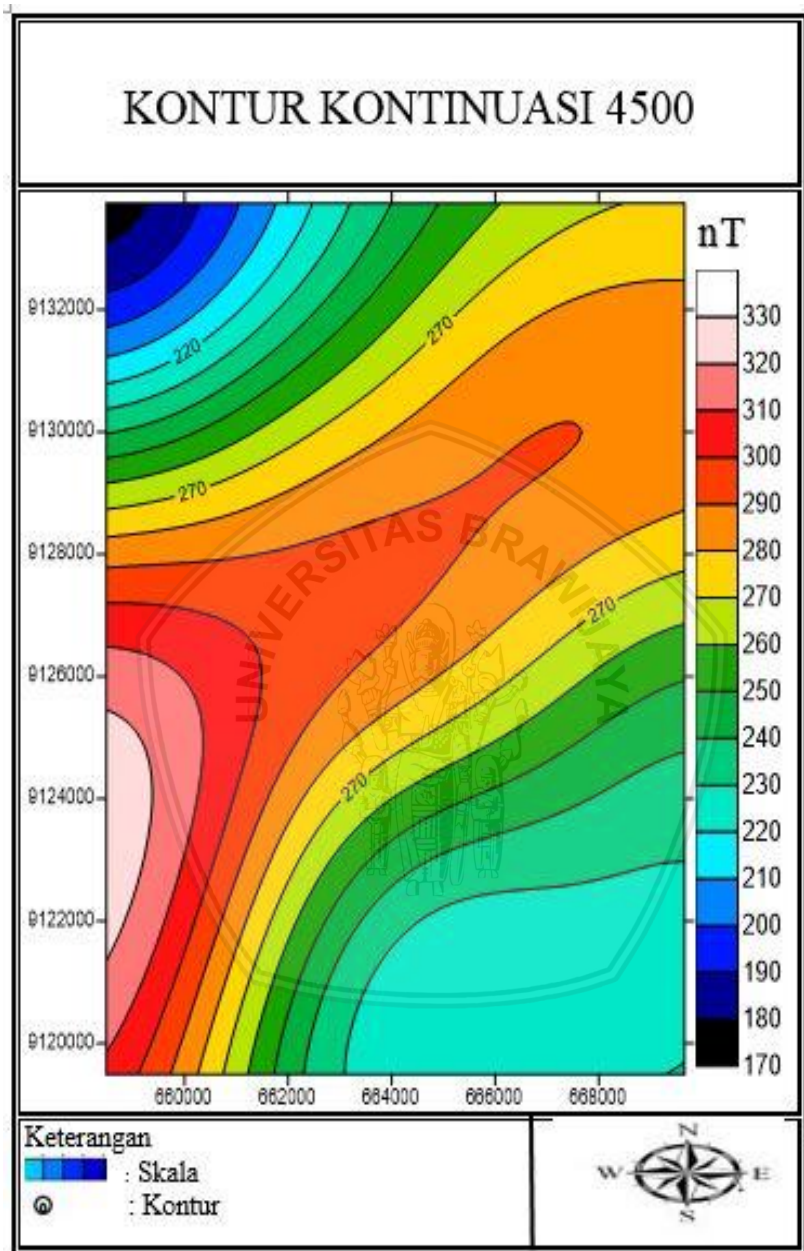
Gambar 4.3 (b) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 2000 m



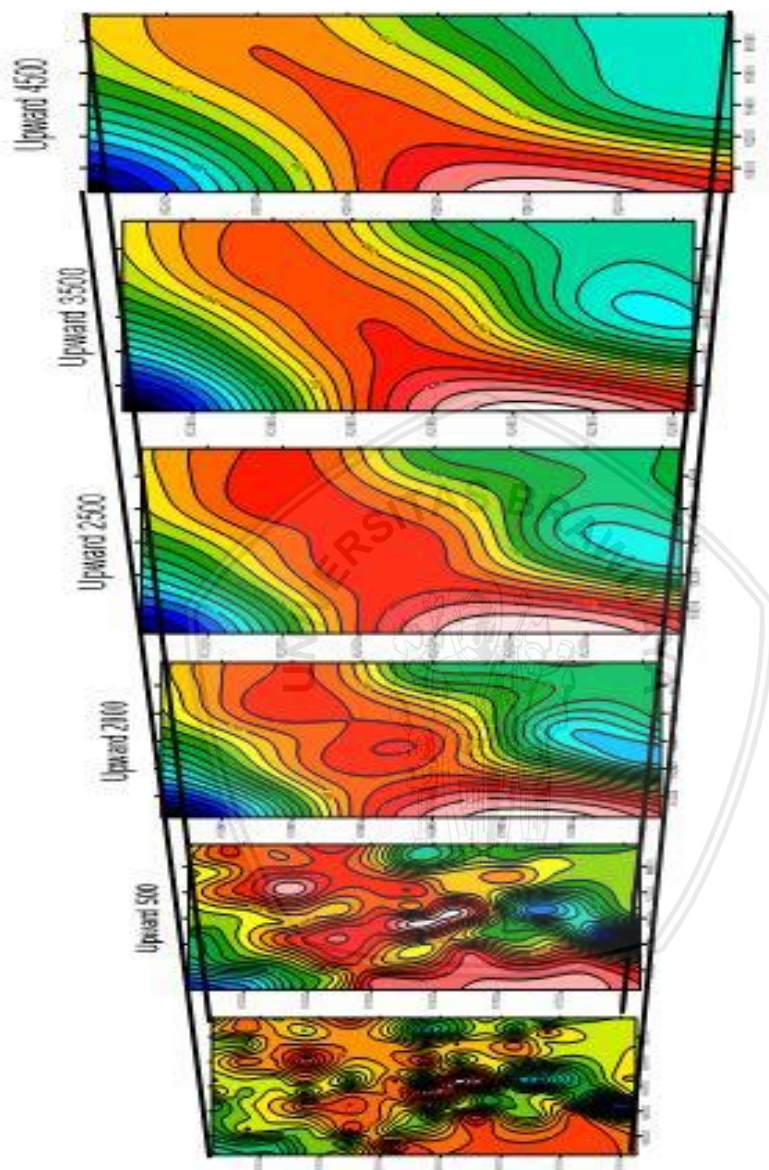
Gambar 4.3 (c) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 2500 m



Gambar 4.3 (d) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 3500 m

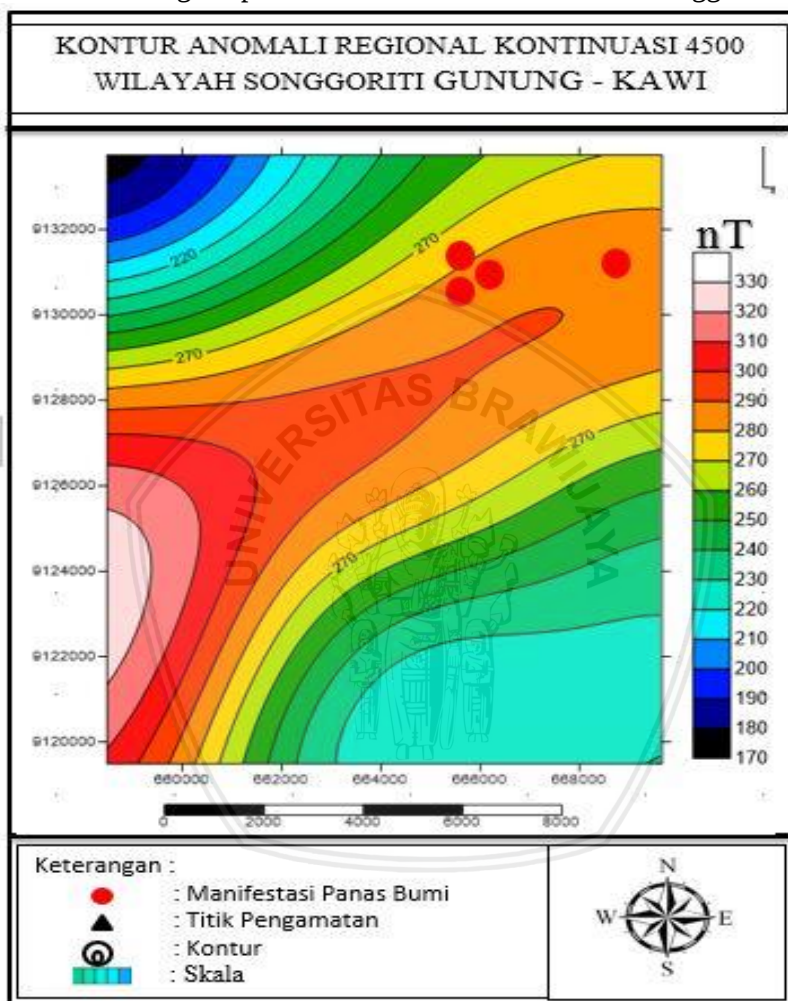


Gambar 4.3 (e) Peta Kontur Pengangkatan ke atas 4500 m



Gambar 4.4 Penggabungan Kontur Anomali Magnetik & Pengangkatan keatas

Hasil dari pengangkatan ke atas ini kemudian akan dipilih untuk proses selanjutnya. Kontinuasi ke atas dengan ketinggian 4500 meter digunakan hal ini dikarenakan peta kontur anomali yang dihasilkan sudah cenderung tetap ketika dilakukan kontinuasi lebih tinggi.



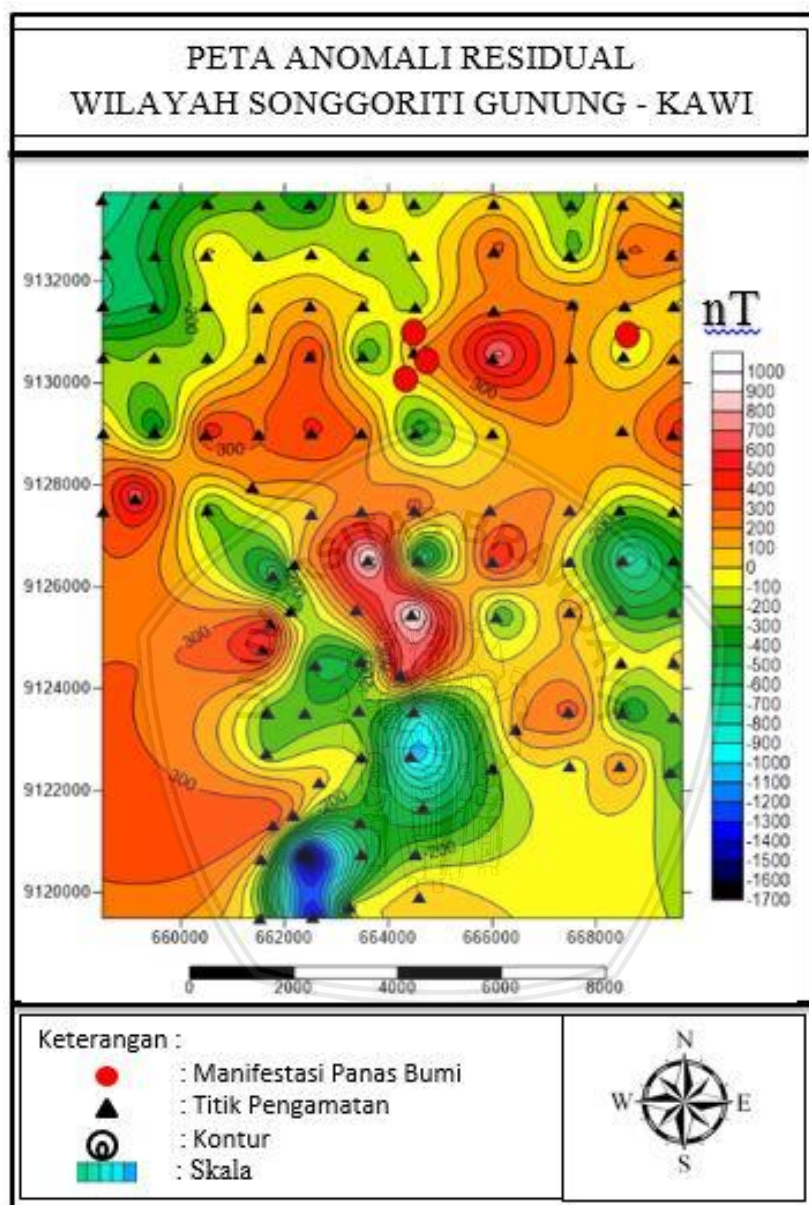
Gambar 4.5 Kontur Anomali Regional Hasil Kontinuasi ke Atas pada ketinggian 4500 m

Dari hasil kontinuitas ke atas tersebut seperti gambar 4.5 yang merupakan peta anomali regional. Yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan kontur anomali residual.

4.1.4 Peta Anomali Residual

Dari hasil anomali regional, maka didapat anomali lokal. Hal tersebut diperoleh dengan pengurangan magnet total hasil pengukuran dengan anomali regional hasil kontinuitas ke atas. Yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.





Gambar 4.6 Kontur Anomali Residual dengan Intervan 100 nT

Gambar 4.6 menjelaskan mengenai pola dan karakteristik dari sebaran nilai pengukuran,. Dalam gambar 4.6 nilai anomali magnetik residual pada daerah penelitian berada pada kisaran -1700 nT hingga 1000 nT. Anomali bernilai rendah berada menyebar didaerah penelitian. Dibagian utara tepatnya berada di daerah sekitar manifestasi panas bumi yaitu wilayah songgoriti juga ditemukan adanya nilai anomali magnetik rendah, yang di mungkinkan adanya aktifitas panas bumi di bawah permukaan. Adanya nilai yang bervariasi dalam anomali magnetik lokal tersebut, dikarena adanya ketidakseragaman material bawah permukaan pada daerah penelitian. Target dalam penelitian yang dilakukan di wilayah songgoriti, Kasinan hingga Gunung kawi ini adalah anomali magnetik bernilai rendah karena berkaitan dengan proses demagnetisasi batuan akibat panas yang dilepaskan dari suatu lapangan daerah manifestasi panas bumi. Batuan di dalam sistem panasbumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral *paramagnetik* atau bahkan *diamagnetik*. Nilai magnet yang rendah dapat diinterpretasikan sebagai zona reservoar dan sumber panas (Sumintadireja, 2005).

Menurut (Dafiqy, 2012) , membagi pengelompokan anomali magnetik menjadi 3 bagian yaitu : rendah, sedang dan tinggi. Pengelompokkan ini didasarkan pada gradasi warna dan nilai intensitas magnetik. Pada skala warna hijau tua sampai dengan biru dengan nilai kurang dari -300 nT ditafsirkan sebagai batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan tinggi seperti batuan breksi tufaan dan batuan tufa yang telah lapuk. Anomali sedang dengan skala warna hijau muda sampai dengan orange dengan nilai -300 nT sampai dengan 300 nT ditafsirkan sebagai respon batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan sedang, Seperti batuan lava dan batuan andesit yang telah terlapukkan. Sedangkan anomali tinggi pada skala orange hingga merah dengan nilai lebih dari 300 nT yang di perkirakan sebagai batuan vulkanik seperti batuan lava andesit yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan batuan intrusi yang bersifat magnetik sedang sampai tinggi. Hal ini juga mengacu pada peta geologi setempat Dari tiga pengelompokkan anomali tersebut pada daerah penelitian didominasi oleh nilai anomali sedang sampai tinggi

repository.ub.ac.id

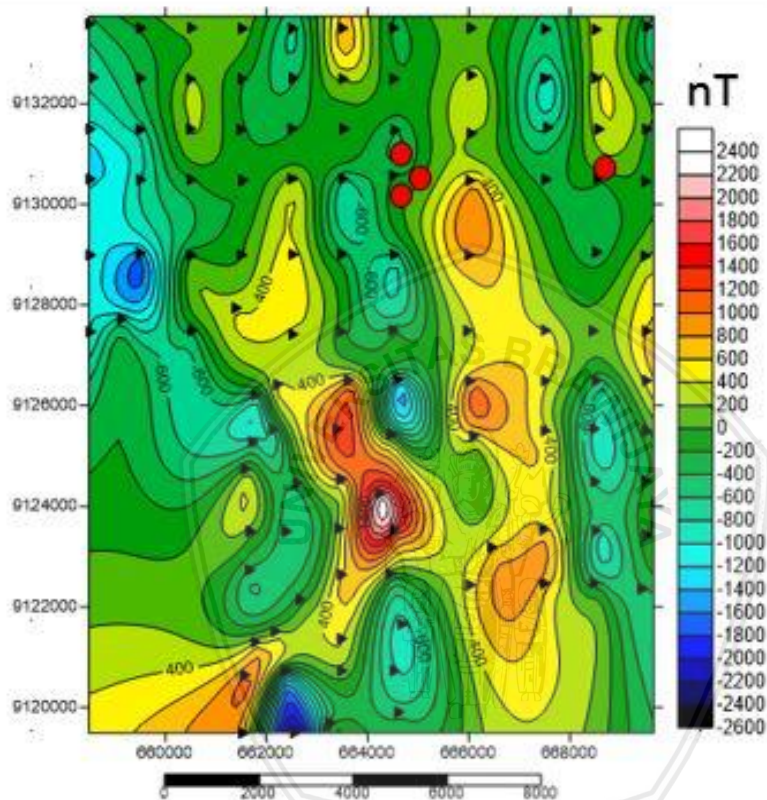
yang tersebar di daerah penelitian yang membujur dari utara ke selatan. Pada daerah sekitar manivestasi ditemukan nilai anomali yang rendah yang diduga akibat proses demagnetisasi oleh panas yang dikeluarkan didaerah panasbumi yang mengakibatkan penurunan sifat kemagnetan batuan.

4.1.5 Reduksi Ke Kutub

Proses reduksi ke kutub merupakan salah satu pengolahan yang berfungsi untuk mempermudah intepretasi karena dari gambar yang didapatkan cenderung lebih jelas karena adanya penguatan nilai , yang berguna dalam melakukan intepretasi kualitatif karena lebih dapat menggambarkan pola sumber dari anomali magnetik. Pada proses transformasi ini menggunakan software Magpick dimana parameter yang diperlukan adalah nilai inklinasi dan deklinasi dilakukan dengan cara membuat sudut inklinasi 90° dan deklinasinya 0° . Hasil dari transformasi tersebut didapatkan pola anomali seperti pada Gambar 4.7 berikut ini :



KONTUR ANOMALI REDUKSI KE KUTUB WILAYAH SONGGORITI GUNUNG - KAWI



Gambar 4.7 Kontur Anomali lokal Hasil Reduksi ke Kutub dengan Interval kontur 200nT

Gambar 4.7 menunjukkan adanya perbedaan nilai anomali magnetik sebelum dan sesudah ditransformasi. Pada Gambar 4.7 merupakan anomali lokal yang sudah mengalami proses transformasi reduksi ke kutub. Perbedaan yang terjadi setelah dilakukannya transformasi adalah penguatan nilai kemagnetannya sehingga lebih mudah diinterpretasi. Gambar tersebut menunjukkan bahwa anomali magnetik berkisar antara -2500 nT sampai 2400 nT. Hal ini berbeda dengan nilai anomali magnetik sebelum dilakukannya proses reduksi ke kutub (Gambar 4.6) dimana nilainya berkisar antara -1700 nT hingga 1000 nT. Dalam gambar dilakukan pengelompokan nilai anomali. Anomali tinggi pada gambar ditunjukkan dengan gradasi warna kuning sampai dengan merah, sedangkan anomali bernilai sedang ditunjukkan oleh gradasi warna hijau muda hingga kuning sedangkan anomali rendah ditunjukkan oleh warna hijau tua sampai dengan biru.

Adanya nilai intensitas yang rendah dapat terjadi jika suatu material mengalami pemanasan pada suatu batuan. Dengan adanya proses pemanasan tersebut maka dapat mengakibatkan proses demagnetisasi pada suatu batuan. Khususnya di daerah dekat manifestasi Dengan membandingkan ke dua peta kontur antara kontur anomali lokal dengan reduksi ke kutub maka terdapat kesesuaian antara kedua peta tersebut, Disekitar manifestasi ditemukan anomali magnetik yang rendah yang nantinya menjadi target dalam penelitian. Hal ini dapat menunjukkan adanya zona demagnetisasi hidrothermal atau dapat dikatakan menurunnya sifat kemagnetan batuan karena batuan panas.

4.2 Interpretasi Dan Analisis Kuantitatif

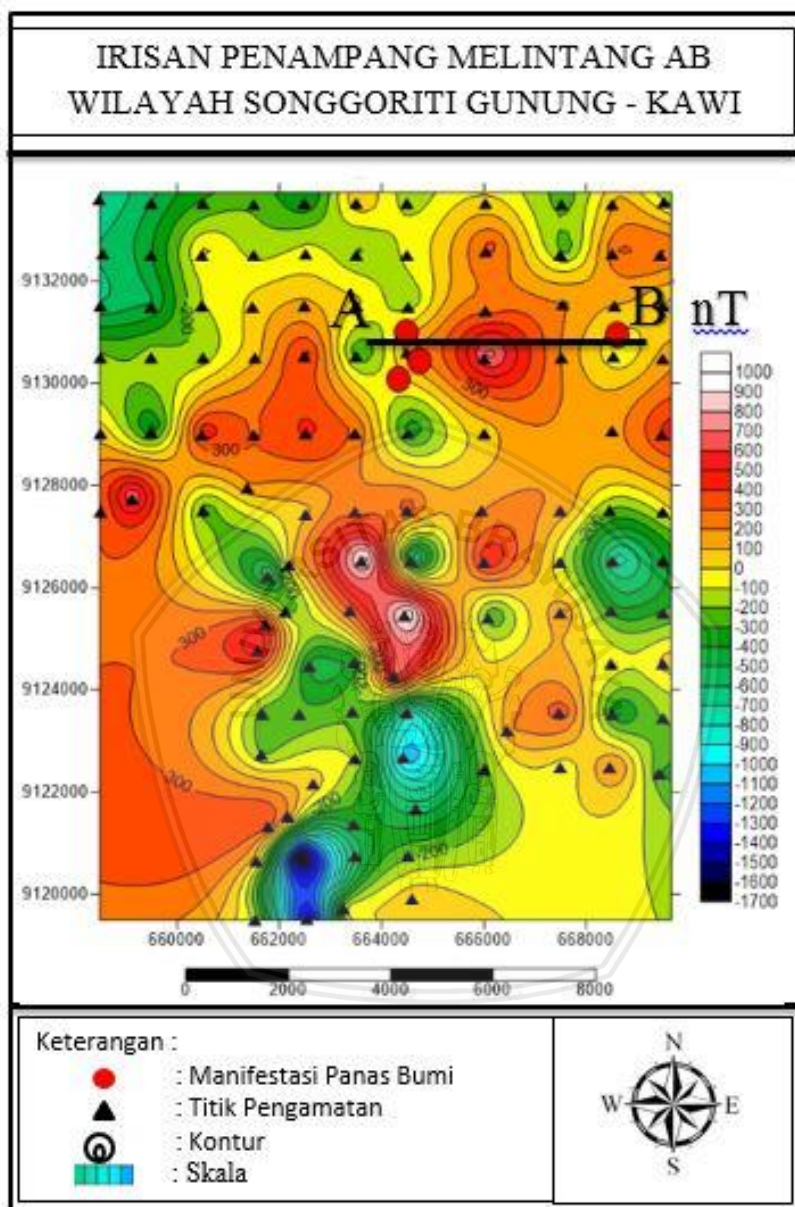
Intepretasi kuantitatif dilakukan dengan memodelkan sayatan yang telah dibuat atau *cross section*. Dengan tujuan untuk menentukan bentuk atau model dan kedalaman benda anomali atau keadaan dan gambaran geologi melalui pemodelan matematis. Pemodelan ini menggunakan software Mag2dc. Pada software tersebut inputnya adalah hasil grid dari data yang telah di sayat Garis (A – B),(C – D) Inklinasi dan deklinasi, dan harga IGRF (medan magnet utama bumi) nilai inklinasi pada daerah penelitian sebesar -32° dan deklinasi 0.975° dan nilai IGRF 45.000 nT. Pemodelan ini dilakukan secara forward modelling. Pemodelan yang dilakukan dengan Mag2dc dianalisa berdasarkan informasi geologi daerah penelitian. Karena pada intepretasi secara kuantitatif ini terdapat ambiguitas terdapat

beberapa model yang dapat di bentuk karena adanya parameter suseptibilitas , geometri dan kedalaman yang tidak pasti. Maka dari itu pada penelitian ini digunakan beberapa data tambahan untuk pendukung yaitu berupa data geologi, susptibilitas serta data dari survei geofisika lainnya. Kemudian ditunjang dengan model inversi Prinsip kerja dari progam Mag2dc ini dengan menyamakan bentuk dari anomali pengamatan (berupa garis putus- putus) dengan anomali perhitungan (berupa garis tegas).

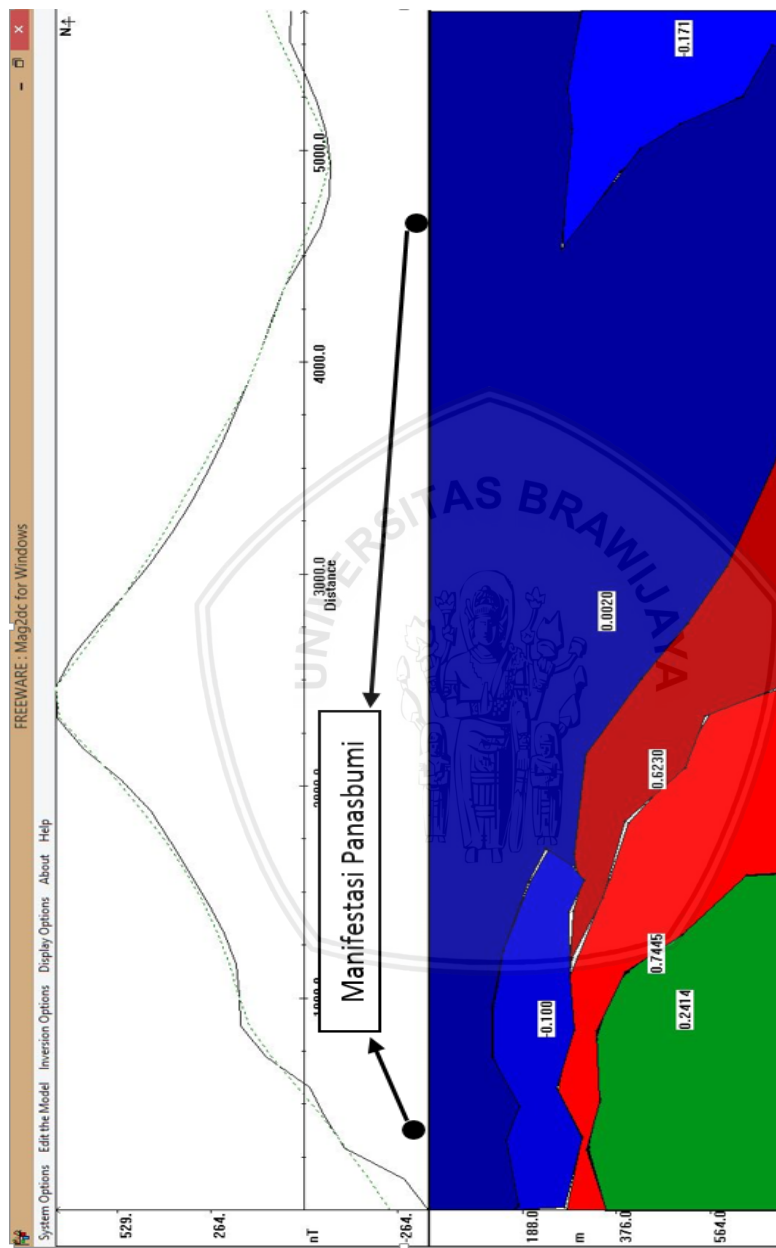
4.2.1 Intepretasi Kuantitatif Penampang Melintang AB

Intepretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan penampang melintang peta anomali magnetik residual. Kemudian dilakukan sayatan AB, dimana pada sayatan tersebut melintang dari arah timur hingga ke arah barat dengan meewati 2 sumber mata air panas di wilayah songgoriti dan wilayan kasinan. Panjang lintasan ini sekitar 5800 meter yang terdiri dari 6 titik pengukuran, dengan range nilai anomali magnetik yang bervariasi sekitar -2641 nT sampai sekitar 792 nT. Sayatan penampang melintang pada peta anomali residual di tunjukan pada Gambar 4.8





Gambar 4.8 Peta Kontur Residual Sayatan Penampang Melintang AB



Gambar 4.9 Model Penampang Melintang Anomali Lokal Lintasan AB

Model pada Gambar 4.9 menunjukkan penampang melintang anomali lokal pada sayatan AB, yang terdiri atas Sumbu Y positif, Sumbu Y negatif dan sumbu X. Pada sumbu X merupakan jarak lintasan pengamatan (meter) dari titik A sampai titik B yaitu berjarak 5750 meter. Sumbu Y positif merupakan nilai anomali magnet dari hasil pengamatan (nT), Sumbu Y negatif merupakan nilai kedalaman maksimum yang akan diamati. Dimana pada pemodelan ini kedalaman maksimum yang digunakan sebesar 750 meter. Garis putus – putus yang terdapat pada kurva merupakan nilai anomali pengamatan sedangkan garis tegas merupakan anomali hasil perhitungan (respon dari pemodelan lapisan). Analisis litologi batuan yang dilakukan berdasarkan pada data geologi. Dari informasi geologi dan didukung oleh penelitian yang dilakukan (Dafiqi.2012) dan (Nurul, 2011) dan Peneletian (Muwardi, s.dkk) daerah penelitian didominasi oleh batuan hasil erupsi gunung api kuartar. Dengan sebaran batuan tufa, breksi tuffaan, aglomerat, lava , breksi vulkanik, Andesit. Terdapat 6 body dalam pemodelan penampang anomali lokal lintasan AB yang membentang dari wilayah manifestasi mata air panas Kasinan sampai manifestasi mata air panas Songgoriti dengan panjang 5750 meter. Dari gambar pemodelan tersebut terdiri dari beberapa kelompok batuan. Nilai kontras Suseptibilitas batuan 0.002 (satuan SI) diduga sebagai tuff pasir, dan -0.100 (satuan SI), -0.1771 (satuan SI) yang ditunjukkan dengan warna biru tua diduga merupakan batuan tufa terlempungkan terletak pada kedalaman kurang lebih 94 meter dengan ketebalan 141 meter dan lebar 1700 meter, dan pada kedalaman 235 sampai 750 meter dan lebar 1500 meter. Bodi ke 2 dengan warna hijau cerah diduga sebagai batuan Breksi vulkanik dengan nilai kontras suseptibilitis 0.214 (satuan SI) terletak pada kedalaman 370 meter hingga 750 meter dan menerus ke bawah. Bodi ke 3 dengan warna merah cerah dengan nilai kontras suseptibilitas 0.7445 (satuan SI) diduga sebagai batuan andesit yang membujur dari barat ke timur. Mempunyai ketebalan yang bervariasi dan lebar 2250 meter. Berada pada kedalaman 282 meter hingga 750 meter. Dan bodi ke 4 dengan warna merah tua dengan nilai kontras suseptibilitas 0.623 (satuan SI) diduga sebagai batuan lava - vulkanik yang membujur dari barat ke timur. Mempunyai ketebalan yang bervariasi dan lebar 2500 meter membujur dari barat ke timur. Berada pada kedalaman 282 meter hingga 750 meter.

Batuan breksi vulkanik pada daerah penelitian diduga sebagai batuan sarang dalam sistem panas bumi, yang berfungsi sebagai tempat berkumpulnya fluida yang telah terpanaskan oleh batuan pemanas. Hal ini dikarenakan sifat dari batuan breksi vulkanik yang memiliki kesarangan yang baik dengan permeable dan porositas yang besar. Karena batuan ini diisi oleh fluida panas maka dapat menurunkan sifat kemagnetan batuan tersebut sehingga memiliki sifat paramagnetik atau bahkan diamagnetik. Batuan di dalam sistem panas bumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral *paramagnetik* atau bahkan *diamagnetik*. Nilai magnet yang rendah dapat diinterpretasikan sebagai zona reservoir dan sumber panas (Sumintadireja, 2005).

Pada pemodelan Reservoir panas bumi terletak dibawah manifestasi mata air panas Songgoriti dan letaknya yang relatif dekat dengan permukaan hal ini didukung dengan analisis geokimia yang dilakukan adanya rekahan diduga sebagai pengontrol naiknya fluida ke permukaan. Sedangkan batuan tufa terlempungkan diduga sebagai batuan penutup (*cap rock*), karena sifat dari batuan tufa yang mampat, memiliki porositas yang kecil dan impermeable sehingga tidak dapat mengalirkan fluida panas. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Dafiqy, 2012), (Nurul, 2011., dkk) dan penelitian yang dilakukan oleh (Sutasoma.M., dkk) dengan menggunakan metode Gravitasi. Pada penelitian ini menurunnya nilai kontras suseptibilitas atau dapat terjadi akibat proses demagnetisasi yakni pelemahan derajat kemagnetan yang disebabkan oleh temperatur yang tinggi. Ciri adanya alterasi pada daerah penelitian adalah adanya mineral lempung menurut survei Geologi yang dilakukan (ESDM, 2012:3-56) dengan analisis petrografi alterasi sangat kuat (85%) secara geografis berada disekitar manifestasi panas bumi Songgoriti. Hal ini dapat diinterpretasikan adanya pengaruh dari fluida panas dari sistem hidrotermal songgoriti. Dimungkinkan adanya alterasi ini maka akan menyebabkan mineral ubahan dibagian permukaan yang nantinya akan berperan sebagai lapisan penudung (Clay Cap) pada sistem panas bumi di Songgoriti (ESDM, 2012:3-59).

Menurut (Alzwar, 1987) dalam penelitian (Nuha, 2012) pada umumnya sumber panas bumi terdapat di daerah jalur gunung api,

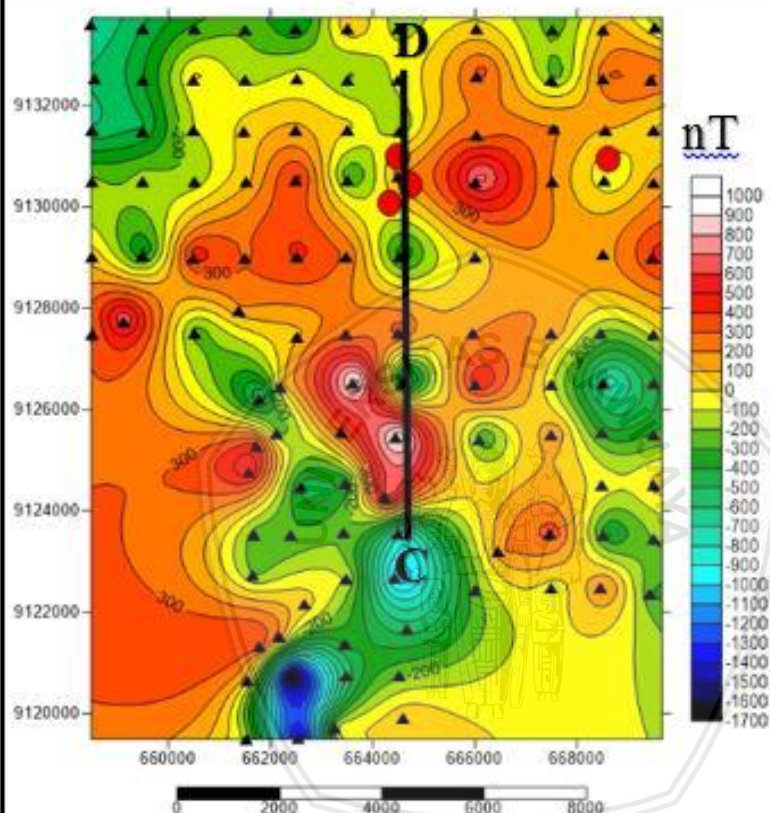
maka berperan sebagai sumber panas adalah magma atau batuan yang mengalami radiasi panas dari magma. Sedang batuan penutup dibentuk oleh batuan tufa dan abu halus yang terlempungkan

4.2.2 Intepretasi Kuantitatif Penampang Melintang CD

Intepretasi kuantitatif ke 2 dilakukan berdasarkan penampang melintang peta anomali magnetik residual. Dengan sayatan CD, dimana pada sayatan tersebut melintang dari arah Utara hingga ke arah selatan dengan melewati sumber mata air panas yang berada di wilayah songgoriti. Panjang lintasan ini sekitar 9500 meter yang terdiri dari 10 titik pengukuran, dengan range nilai anomali magnetik yang bervariasi sekitar -1006 nT sampai 1006 nT. Sayatan penampang melintang CD pada peta anomali residual di tunjukan pada Gambar 4.10.



IRISAN PENAMPANG MELINTANG CD WILAYAH SONGGORITI GUNUNG - KAWI

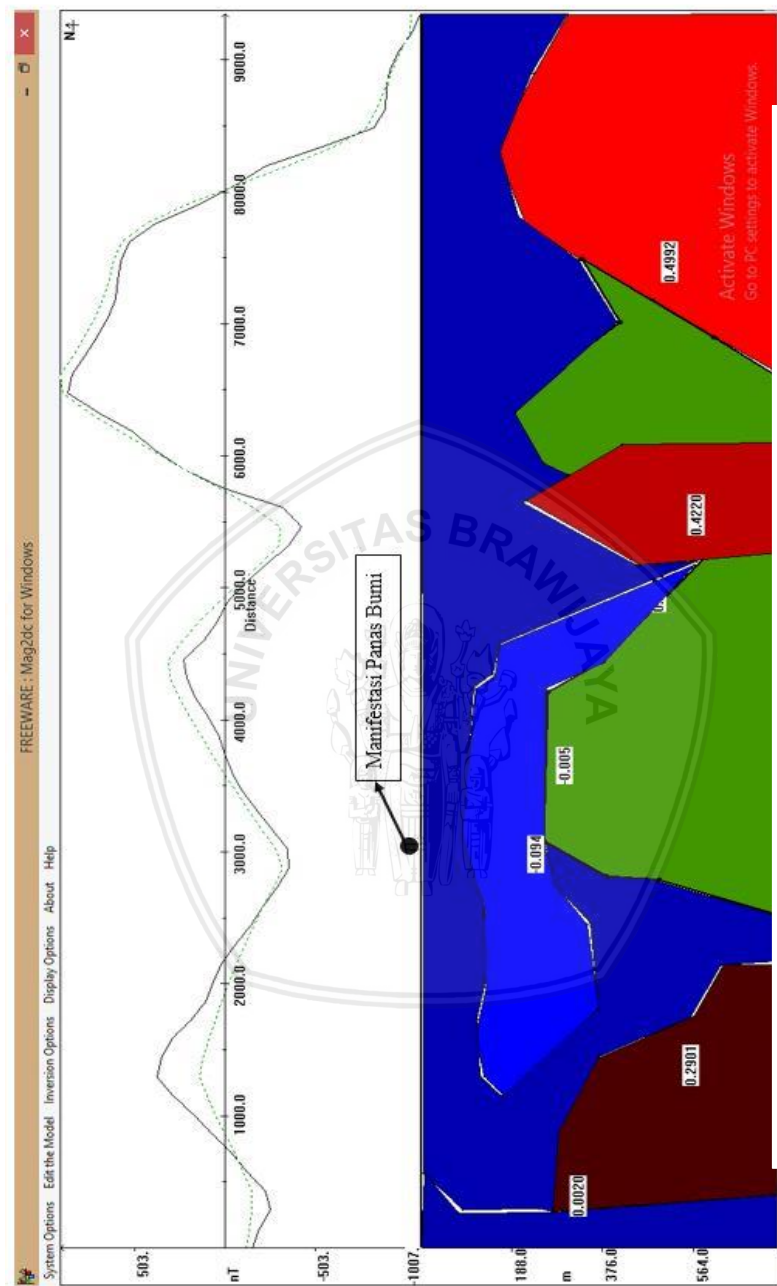


Keterangan :

- : Manifestasi Panas Bumi
- ▲ : Titik Pengamatan
- ⊙ : Kontur
- ▬ : Skala



Gambar 4.10 Peta Kontur Residual Sayatan Penampang Melintang CD



Gambar 4.11 Model Penampang Melintang Anomali Lokal Lintasan CD

Model pada Gambar 4.11 menunjukkan penampang melintang anomali lokal pada sayatan CD, yang terdiri atas Sumbu Y positif, Sumbu Y negatif dan sumbu X. Pada sumbu X merupakan jarak lintasan pengamatan (meter) dari titik A sampai titik B yaitu berjarak 9500 meter. Sumbu Y positif merupakan nilai anomali magnet dari hasil pengamatan (nT), Sumbu Y negatif merupakan nilai kedalaman maksimum yang akan diamati. Dimana pada pemodelan ini kedalaman maksimum yang digunakan sebesar 750 meter. Garis putus – putus yang terdapat pada kurva merupakan nilai anomali pengamatan sedangkan garis tegas merupakan anomali hasil perhitungan (respon dari pemodelan lapisan). Analisis batuan yang dilakukan berdasarkan pada data geologi. Dari informasi geologi dan didukung oleh penelitian yang dilakukan (ESDM, 2012) serta penelitian (Dafiqy, 2012) dan (Nurul, 2011) daerah penelitian di sekitar songgoriti didominasi oleh batuan hasil erupsi gunung api kuarter Dengan sebaran batuan tufa, breksi tufaan, aglomerat, lava, breksi vulkanik, Andesit. Sedangkan di daerah Gunung Kawi dan gunung Butak-Kawi yang merupakan satuan gunung api kuarter tengah terdiri atas satuan gunung api Kawi – Butak (Qvkb) didominasi oleh batuan bersifat menengah hingga agak basa seperti andesit, basal, breksi gunung api, lava, tuff dan lahar.

Terdapat 6 body dalam pemodelan penampang anomali lokal lintasan CD yang membentang dari wilayah manifestasi mata air panas hingga ke wilayah kaki gunung Kawi. Dari gambar pemodelan lintasan CD tersebut. Wilayah gunung Kawi hingga songgoriti dan Kasinan terdiri dari beberapa kelompok batuan. Dengan nilai kontras suseptibilitas yang berbeda-beda. Batuan dengan Nilai kontras Suseptibilitas -0.94 (satuan SI) yang ditunjukkan dengan warna biru cerah diduga merupakan batuan tufa terlempungkan terletak pada kedalaman kurang lebih 94 meter hingga 564 dengan lebar 4250 meter. Body 2 dengan warna coklat dengan nilai kontras suseptibilitas 0.2901 (satuan SI) diduga merupakan batuan breksi tuffan berada pada kedalaman 282 hingga 750 meter. Body 3 dengan warna Hijau dan memiliki nilai kontras suseptibilitas 0.27 (satuan SI) diduga merupakan batuan yang batuan breksi vulkanik. Batuan ini berada pada kedalaman 232 dengan lebar yang bervariasi yaitu 2500 meter dan 1750 meter. Sedangkan body ke 4 dengan warna merah tua dan merah bata dengan nilai kontras suseptibilitas 0.4220 (satuan SI) dan

0.4992 (satuan SI) diduga sebagai batuan lava-andesit sebagian kecil berasosiasi dengan lava – basaltik berada pada kedalaman 232 meter 750 meter. Sedangkan Batuan dengan Nilai kontras Suseptibilitas 0.0020 (satuan SI) diduga sebagai tuff pasiran yang tersebar di lapisan atas pada daerah penelitian.

Lintasan pemodelan CD yang membentang dari wilayah Songgoriti hingga ke kaki gunung Kawi memiliki beberapa kelompok batuan. Batuan breksi vulkanik pada daerah penelitian diduga sebagai batuan sarang dalam sistem panas bumi, yang berfungsi sebagai tempat berkumpulnya fluida yang telah terpanaskan oleh batuan pemanas. Hal ini dikarenakan sifat dari batuan breksi vulkanik yang memiliki kesarangan yang baik dengan permeable dan porositas yang besar. Menurut (Sumintadireja, 2005) Batuan di dalam sistem panas bumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral *paramagnetik* atau bahkan *diamagnetik*. Nilai magnet yang rendah dapat diinterpretasikan sebagai zona reservoir dan sumber panas

Reservoir panas bumi berdasarkan pemodelan CD terletak dibawah manifestasi mata air panas Songgoriti, Dengan adanya rekahan diduga sebagai pengontrol naiknya fluida ke permukaan Sedangkan batuan tufa terlempungkan diduga sebagai batuan penutup (*cap rock*), karena sifat dari batuan tufa yang mampat, memiliki porositas yang kecil dan impermeable sehingga tidak dapat mengalirkan fluida panas. Pada daerah penelitian berdasarkan peta geologi Lembar Kediri dan Lembar Malang, membagi wilayah menjadi 2 bagian di daerah Songgoriti yang didominasi oleh batuan gunungapi kuartir atas yang terdiri dari: Breksi gunungapi, lava, andesit, tuff, breksi tuffan, anglomerat dan lahar, sedangkan di daerah Gunung Kawi didominasi oleh batuan breksi gunungapi, lava, tuff dan lahar, andesit.

Dari hasil interpretasi kuantitatif pada penampang AB dan CD dengan menyesuaikan pada peta geologi lembar Kediri dan lembar Malang, didapatkan batuan penyusun daerah penelitian yang terdiri dari batuan tufa, breksi vulkanik, lava dan andesit yang tersebar di area penelitian. Batuan pemanas pada pemodelan ini belum dapat dipastikan karena cakupan kedalaman yang belum memuncuni.

Dari Gambar 4.9 dan 4.11 juga dilakukan perhitungan nilai eror pada pemodelan penampang forward modelling lintasan AB dan lintasan CD. Menurut Sunaryo dalam Risdiasari (2010) untuk mencari nilai eror dari hasil penampang maka digunakan persamaan sebagai berikut :

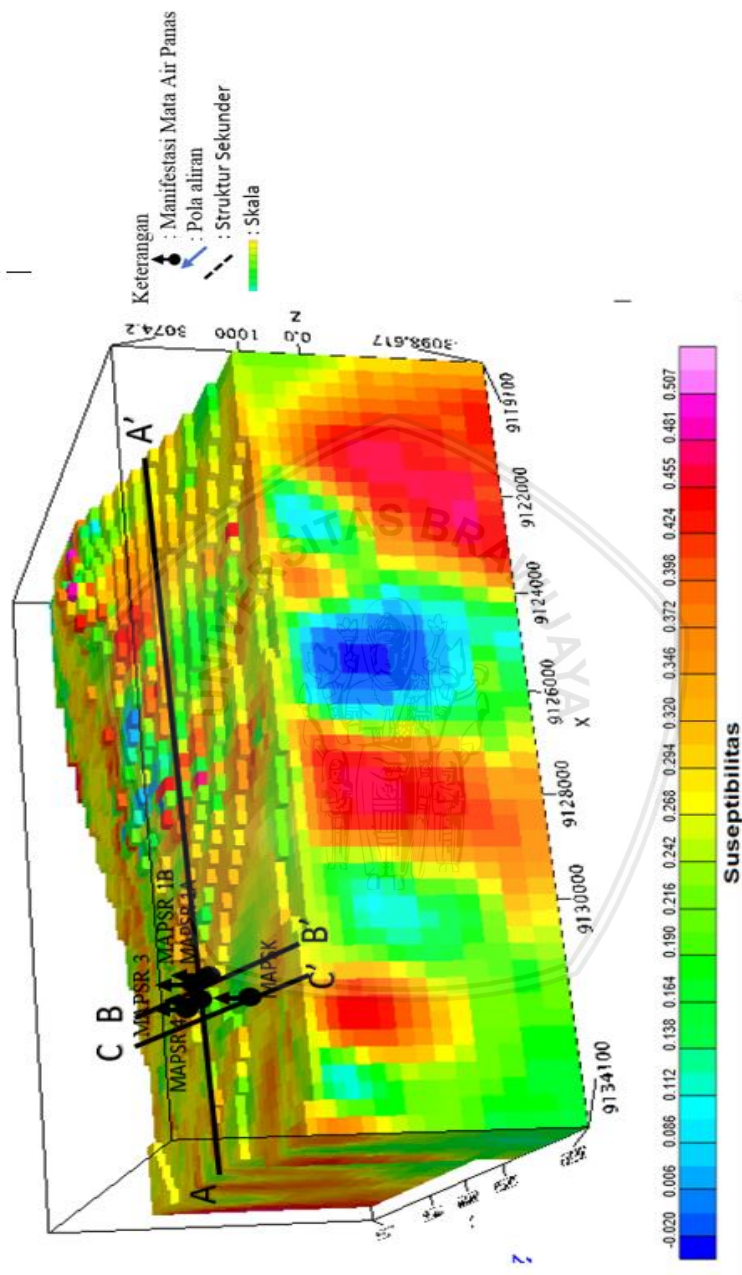
$$R_M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{XL_i - XM_i}{XL_i} \times 100\% \quad (4.1)$$

R_M : Ralat atau nilai Error rata-rata
 XL : Data apangan (*Observed Field*)
 XM : Data Hasil Model (*Clculated Field*)
 n : Jumlah Data

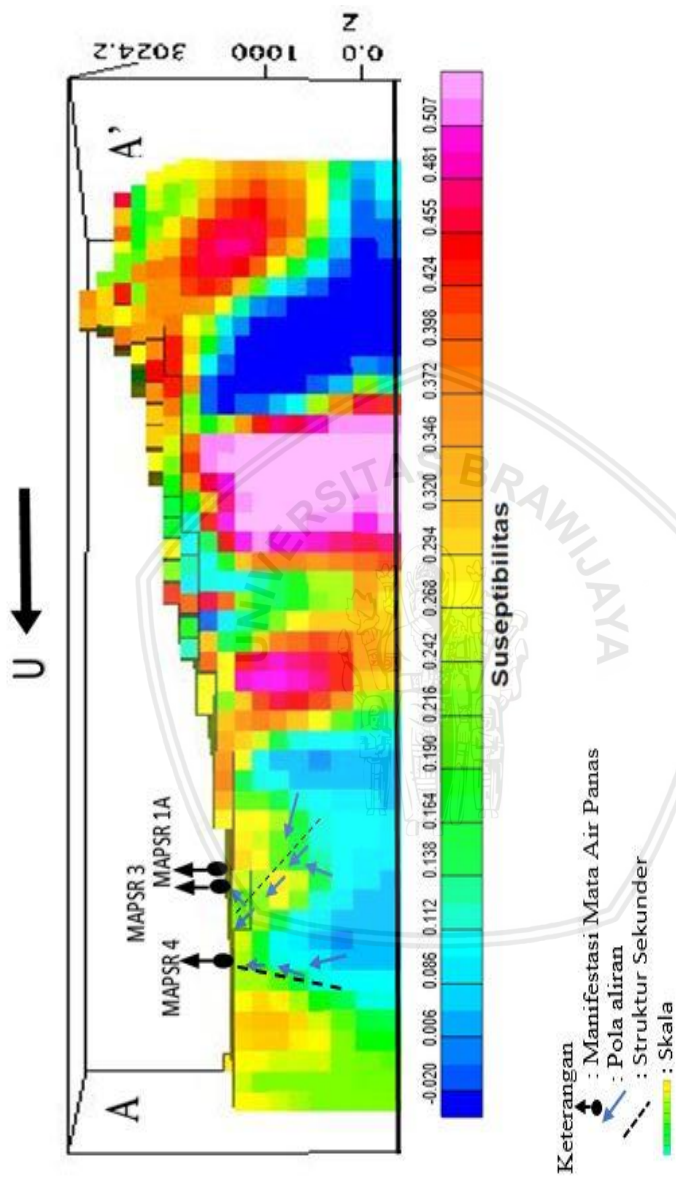
Dengan menggunakan rumus pada persamaan 4.1 maka diperoleh error pada sayatan AB sebesar 2.04 % sedangkan pada sayatan CD sebesar 1.24 %.

4.2.3 Pemodelan 3D Inversi

Pemodelan inversi juga dilakukan dalam penelitian ini, yang berguna untuk mendukung intepretasi dari hasil forward modeling. Dan menentukan lokasi reservoir serta menentukan hubungan dan mengetahui pola aliran fluida pada kedua manifestasi di daerah Songgoriti dan Kasinan. Pemodelan dilakukan terhadap peta anomali residual untuk mendapatkan persebaran nilai suseptibilitas magnetik bawah permukaan. Pemodelan ini difokuskan pada daerah manifestasi panas bumi. Gambar 4.12 merupakan hasil sayatan dari pemodelan inversi pada daerah penelitian. Pemodelan inversi dilakukan degan menggunakan perangkat lunak Geosoft Oasis Montaj 8.4 dengan menu Voxi yang dilkukakan secara online. Pemodelan inversi ini difokuskan pada daerah keluarnya manifestasi Air panas Songgoriti dan Mata Air panas Kasinan. Parameter yang digunakan yaitu berupa nilai Suseptibilitas batuan bawah permukaan. Pada peneitian ini batasan kedalaman berkisar 1000 meter. Hasil pemodelan digunaan 3 sayatan dengan memotong daerah manifestasi mata air panas daerah Songgoriti dan Kasinan. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.12 berikut :



Gambar 4.12 Model Inversi metode Magnetik daerah Songgoriti – Gunung Kawi

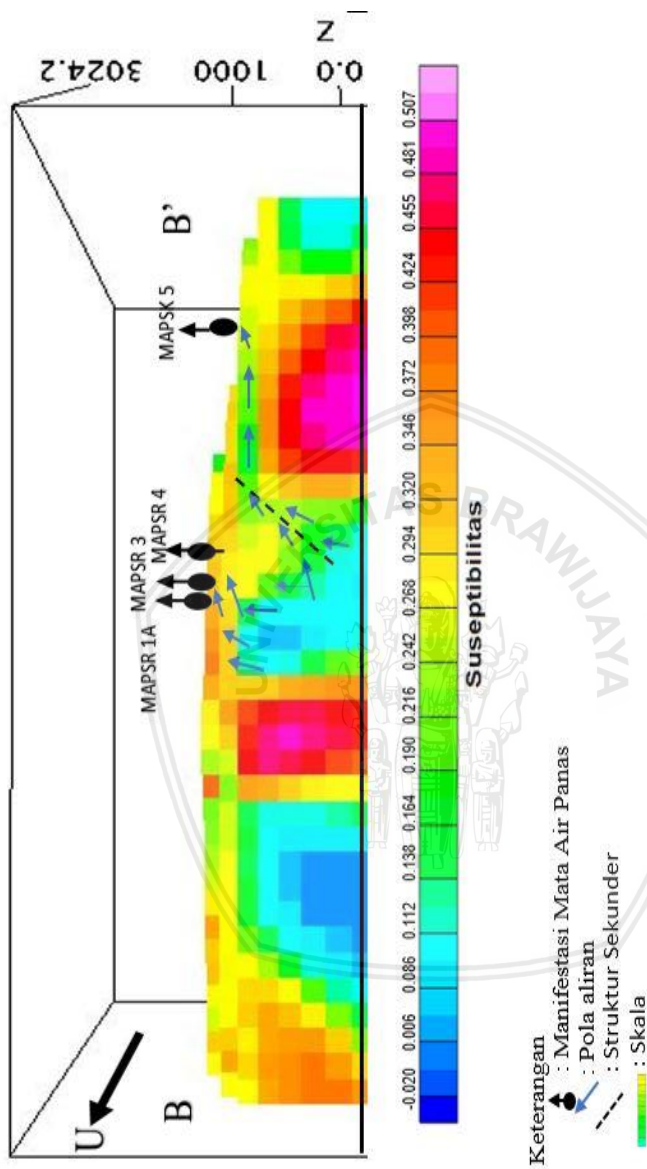


Gambar 4.13 Model Inversi Savatan A-A'

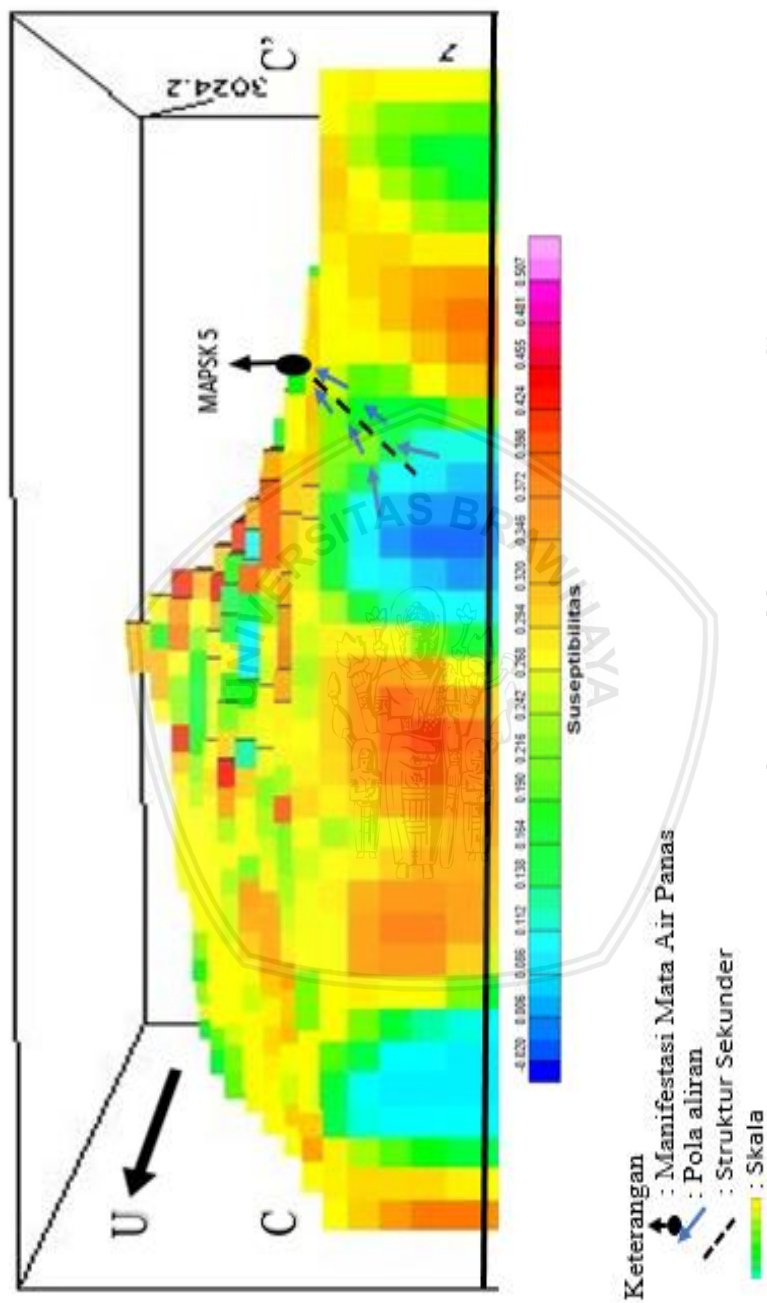
Sayatan A – A' membentang dari utara – selatan daerah penelitian yang digambarkan dalam gambar 4.13. dengan orientasi di bawah manifestasi panas bumi daerah Songgoriti. Dari hasil pemodelan inversi dapat dilihat adanya nilai Suseptibilitas rendah yang berada tepat di bawah manifestasi kompleks Songgoriti diduga dipengaruhi oleh adanya aktivitas sistem panas bumi yang berkembang hal ini dapat merubah sifat kerentanan magnet pada batuan. Pemanasan dari batuan panas pada fluida akan menyebabkan naiknya temperature fluida dan akan menyebabkan tekanan yang meningkat pula kemudian Fluida panas akan naik ke permukaan ini nantinya akan menjadi manifestasi. Nilai Suseptibilitas rendah pada hasil pemodelan inversi ini diduga diisi oleh fluida yang menyebabkan turunya sifat kemagnetan batuan menjadi diamagnetik. Menurut (Sumintadireja, 2005) Batuan di dalam sistem panasbumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral *paramagnetik* atau bahkan *diamagnetik*. Nilai magnet yang rendah dapat diinterpretasikan sebagai zona reservoir dan sumber panas .

Nilai suseptibilitas rendah ini diduga sebagai reservoir dalam sistem panas bumi dalam forward modeling reservoir dalam sistem panas bumi Songgoriti merupakan batuan breksi vulkanik. Pada Gambar 4.13 Dijelaskan lokasi reservoir berada di bawah manifestasi mata air panas di kompleks Songgoriti diduga Fluida panas dari reservoir akan akan naik ke permukaan melalui struktur sekunder berupa rekahan batuan ataupun rembesan tidak melalui patahan karena dari peta geologi setempat tidak ditemukan adanya patahan pada daerah tersebut. Menurut peta lembar kediri dan lembar malang serta didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Nuha.2012) bahwa reservoir pada daerah penelitian berupa batuan Breksi vulkanik. Maka apabila dikorelasikan dengan forward modeling terdapat kesesuaian dalam pendugaan bawah permukaan di daerah Songgoriti – Gunung Kawi dimana letak reservoir berada di bawah manifestasi mata air panas di kompleks Songgoriti.

Sedangkan pada sayatan B-B' dan C-C' yang berorientasi dari Timur ke Barat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14 dan 4.15



Gambar 4.14 Model Inversi Sayatan B-B'



Gambar 4.15 Model Inversi Savatner C-C'

Sayatan kedua dan tiga memiliki orientasi dari arah timur-barat yang digambarkan pada gambar 4.14 dan 4.15. dari model inversi yang dilakukan, seperti yang telah dijelaskan di sayatan A-A' bahwa reservoir pada sistem panas bumi berada dibawah daerah manifestasi Songgoriti. Berdasarkan hasil sayatan B-B' terdapat zona lemah yang mengarah ke mata air panas Kasinan hal ini dapat menyebabkan fluida naik ke permukaan melalui struktur sekunder tersebut, struktur sekunder ini dapat berupa rekahan ataupun rembesan karena dalam peta geologi setempat tidak ditemukan adanya patahan. Pada Sayatan C-C' juga terdapat zona lemah yang mengarah pada manifestasi mata air panas Kasinan. Diduga fluida pada kedua manifestasi di daerah Songgoriti dan Kasinan berasal dari reservoir yang sama akibat dari aktifitas hidrothermal bawah permukaan yang melewati rekahan dan rembesan maka muncul kedua manifestasi tersebut.

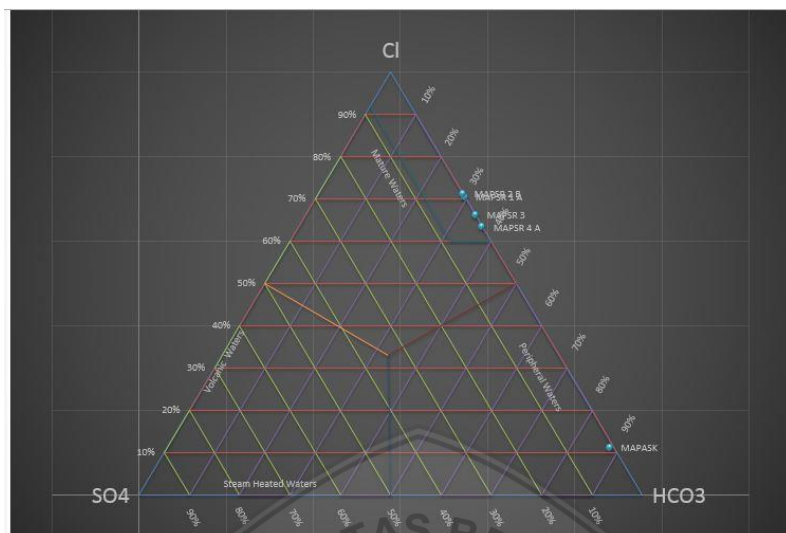
4.2.4 Analisis Asal Fluida

Pada daerah songgoriti - Gunung kawi terdapat beberapa manifestasi panas bumi yang muncul di permukaan dan lokasi yang berbeda. Manifestasi tersebut berupa mata air panas dengan temperature dan lokasi seperti pada tabel di bawah ini

Tabel 4.1 Manifestasi Panas Bumi Songgoriti – Kawi

Manifestasi	Koordinat (UTM)		Temperature (°Celcius)	Elevasi
	Y	X		
Sumber 1 (SR 1A)	9130043	664523	41.2	1011
Sumber 2 (SR 1B)	9130045	664514	39	1010
Sumber 3 (SR 3)	9130305	664864	37.7	964
Sumber 4 (SR 4)	9130952	664568	31.5	1041
Sumber 5 (SK 5)	9131274	667414	31.2	1175

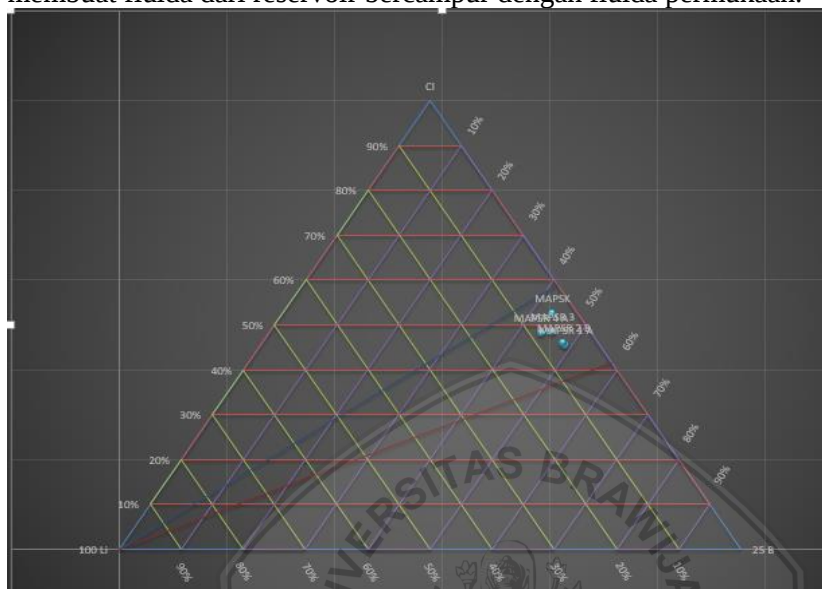
Penelitian di daerah panasbumi Songgoriti – Gunung Kawi juga pernah dilakukan dengan analisa Geokimia.



Gambar 4.16 Hasil Plotting Geokimia Diagram Cl – SO₄ - HCO₃

Diagram Cl – SO₄ - HCO₃ digunakan dalam penentuan tipe fluida reservoir dalam rangka menentukan karakteristik suatu reservoir. Pada analisis Geokimia dengan menggunakan plotting data yang didapat Dinas ESDM Jawa Timur yang menunjukkan bahwa pada manifestasi Mata air panas sekitar Songgoriti bertipe Klorida. Kandungan klorida tinggi juga menandakan bahwa fluida mata air panas berasal langsung dari reservoir tanpa banyak mengalami pencampuran dengan batuan sampling dan fluida lain (Aribowo dan Heri, 2012). Berdasarkan pemodelan inversi dan forward, lokasi reservoir yang berada di bawah manifestasi memungkinkan fluida pada daerah kompleks Songgoriti tidak mengalami banyak pencampuran dengan air meteorik karena lokasi reservoir dan manifestasi yang letaknya relatif dekat. Sedangkan Mata air panas di Kasinan bertipe bikarbonat yang mengindikasikan adanya pengaruh air permukaan/Meteoric water disekitar permukaan pada daerah Kasinan. Hal ini mengindikasikan bahwa air panas yang mengalir merupakan aliran keluar atau zona outflow yang menunjukkan batas terluar dari sistem panas bumi dalam pemodelan inversi, hal ini dimungkinkan karena pada pola aliran mata air panas yang berada di

wilayah Kasinan letaknya relatif jauh dengan reservoir, yang membuat fluida dari reservoir bercampur dengan fluida permukaan.



Gambar 4.17 Hasil Plotting Geokimia Diagram CI – Li- B

Untuk mengetahui asal usul air (*origin*) dari batuan reservoir yaitu mengetahui ada atau tidaknya interaksi fluida panas dengan batuan. Maka dilakukan Plotting pada diagram CI-Li-B. Unsur Klorida, Litium, dan Boron merupakan unsur-unsur konservatif yang berarti apabila unsur tersebut telah terbentuk maka unsur tersebut tidak akan mengalami banyak perubahan dalam suatu pergerakan fluida panas bumi dari reservoir asal air tersebut. Plotting data sampel air dari daerah Songgoriti – Kasinan seperti pada Gambar 4.16 (b) menunjukkan bahwa sampel mataair Panas berada berkelompok, yang mengindikasikan bahwa air dari mataair hangat di daerah Songgoriti dan Kasinan berasal dari suatu reservoir yang sama. Plotting sampel air dari mataair hangat tersebut berada pada daerah antara CI dan B, yaitu pada sekitar reservoir yang dalam keadaan setimbang, dalam batuan reservoir dengan komposisi CI relatif sama dengan komposisi B. Sampel air dari manifestasi mata air panas pada daerah Songgoriti dan Kasinan mengindikasikan bahwa air tersebut hampir semua mengalir dari reservoir air/akifer air yang relatif

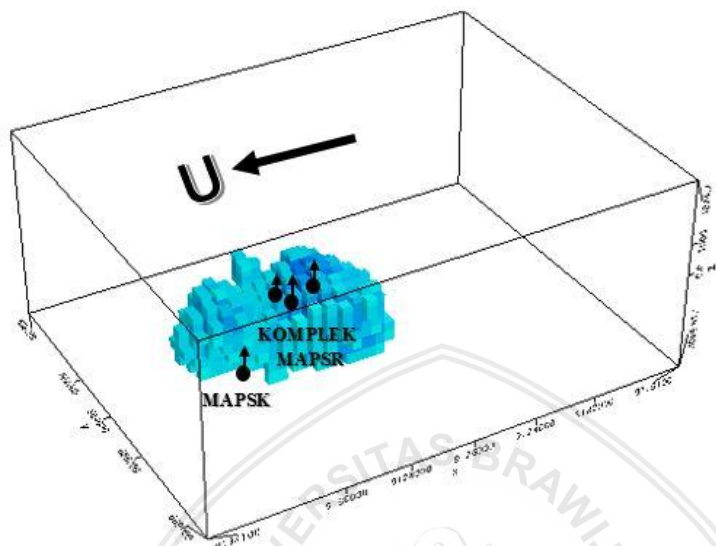
homogen, dimana air-air tersebut mempunyai konsentrasi unsur Li yang relatif sama.

4.2.5 Penentuan Reservoir

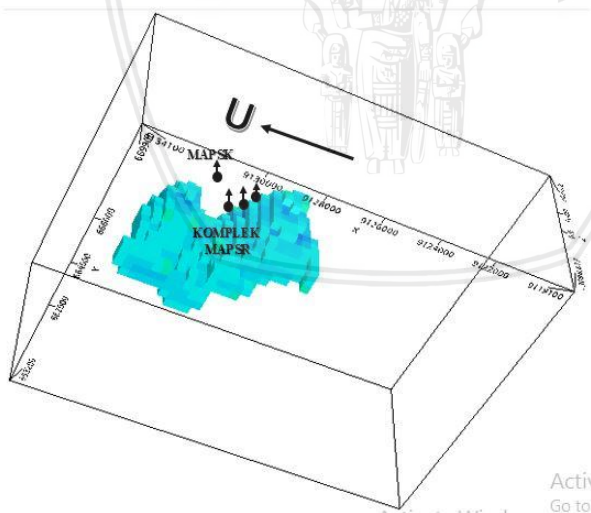
Penentuan lokasi reservoir dalam sistem panas bumi daerah penelitian dapat dilakukan dengan cara menggunakan nilai suseptibilitas rendah dari hasil inversi di sekitar manifestasi. Hal ini dikarenakan Pada daerah yang memiliki potensi panas bumi, larutan hidrothermal dapat menyebabkan perubahan dari sifat kemagnetan batuan, Atau dapat dikatakan sifat dari kemagnetan suatu batuan akan menurun (*demagnetisasi*) hal ini disebabkan oleh kenaikan temperature yang terjadi di bawah permukaan bumi yang menyebabkan nilai suseptibilitas batuan bernilai rendah. Adanya manifestasi pada daerah penelitian mengindikasikan adanya aktifitas dari panas bumi di bawah permukaan. Pada daerah penelitian setidaknya terdapat 5 manifestasi mata air panas, 4 mata air panas berada dikomplek Songgoriti (MAPSR) dan 1 mata air panas terletak di Kasinan (MAPSK) yang berjarak kurang lebih 3 km dari manifestasi mata air panas di Songgoriti. Temperature pada masing – Masing manifestasi memiliki suhu yang berbeda – beda. MAPSR 1A memiliki suhu 41.2° , MAPSR 1B bertemperature 39° MAPSR 3 sebesar 37.7° , MAPSR 4 31.5° dan MAPSK memiliki temperature pada mata air panas sebesar 31.2° .

Manifestasi Mata air panas yang muncul di daerah Songgoriti memiliki nilai suseptibilitas yang rendah yang berada dibawah manifestasi dengan arah kemenerusan ke arah bawah dan arah Selatan pada daerah penelitian yang mengindikasikan adanya sistem dari panas bumi berupa reservoir di bawah permukaan hal ini sesuai dengan hasil dari forward modeling dan Inversi sayatan A-A'. Sedangkan Mata air panas di daerah Kasinan berdasarkan model inversi Sayatan B-B' dan C-C' menunjukkan bahwa Mata Air panas di daerah Kasinan (MAPSK) berasal dari reservoir yang sama Namun letaknya relatif jauh, Berdasarkan dari hasil inversi adanya zona lemah yang dimungkinkan berupa rekahan sebagai pengontrol fluida naik ke permukaan. Gambar 4.17 ; 4.18, 4.19 merupakan gambaran hasil dari pemodelan inversi dengan tujuan untuk mempermudah dalam melakukan intepretasi adanya sistem dari panas bumi berupa reservoir didaerah penelitian. Dalam Gambar 4.17 , 4.18, 4.19 diduga lokasi

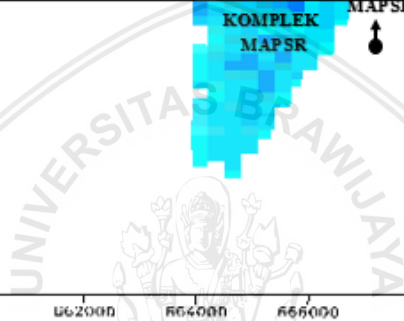
reservoir berada di bawah manifestasi Komplek Songgoriti dengan Kemenerusan ke arah bawah daerah penelitian..



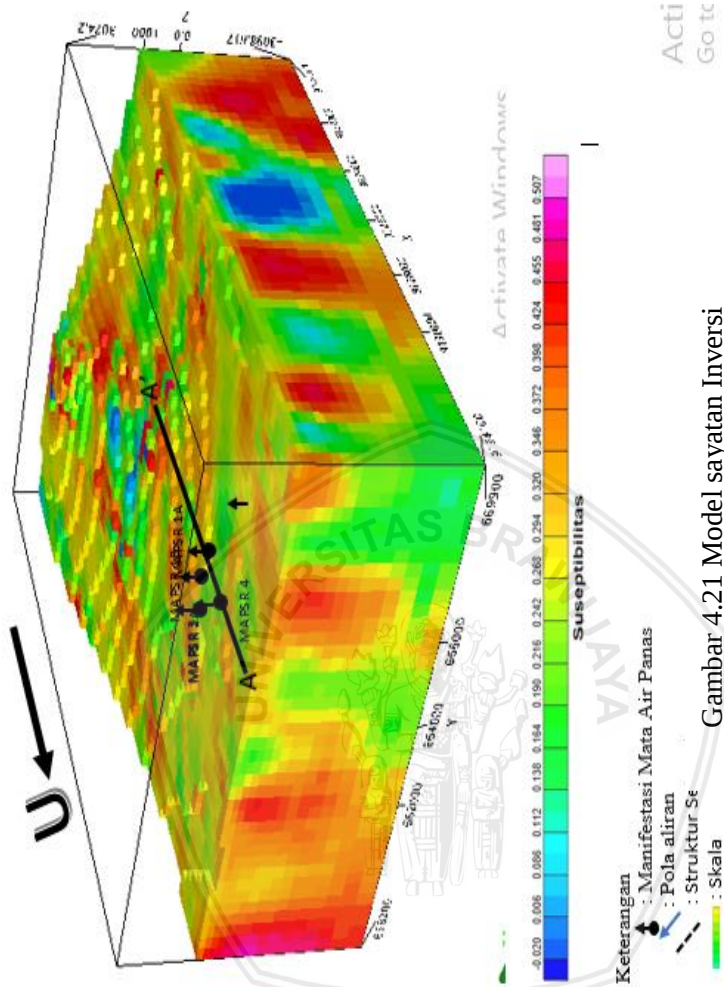
Gambar 4.18 Model Reservoir Daerah Penelitian Tampak Atas



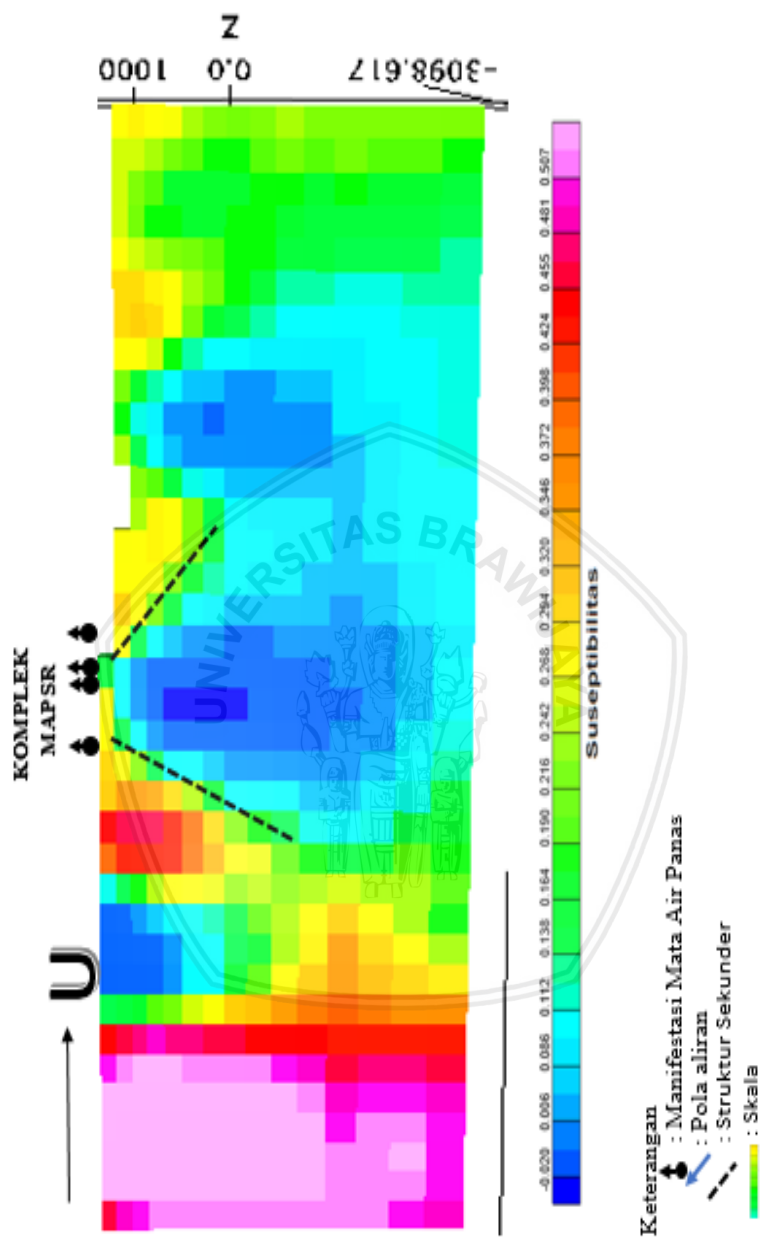
Gambar 4.19 Model Reservoir daerah penelitian Tampak Bawah



Dari pemodelan yang di fokuskan berada pada manifestasi diperkirakan batuan reservoir panas bumi berada di bawah manifestasi kompleks Songgoriti dengan kemenerusan ke arah bawah dan Selatan pada daerah penelitian dengan kedalaman -4098 dari bawah manifestasi kompleks Songgoriti. Adanya struktur sekunder di perkirakan sebagai pengontrol naiknya fluida ke permukaan sehingga muncul beberapa manifestasi di daerah tersebut.



Gambar 4.21 Model savatan Inversi



Gambar 4.22 Estimasi Batuan Reservoir

Halaman ini sengaja dikosogkan



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pemodelan yang dilakukan dengan metode magnetik di wilayah Songgoriti, Kasinan hingga Gunung kawi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Persebaran Anomali magnetik pada daerah penelitian memiliki nilai anomali residual dengan rentang -1700 nT hingga 1000 nT. Pada daerah sekitar manifestasi panas bumi yaitu wilayah songgoriti juga terdapat nilai anomali magnetik yang rendah. Hal ini dapat dikarenakan kerentanan dari Suseptibilitas dari suatu batuan (k) sebanding dengan konsentrasi mineral magnetik pada batuan, dimana dalam hal ini apabila nilai intensitasnya rendah akan menghasilkan nilai suseptibilitas yang rendah pula. Sehingga diperkirakan adanya proses demagnetisasi akibat adanya aktifitas dari sistem panas bumi di wilayah tersebut.
2. Berdasarkan Intepretasi Kuantitatif hasil pemodelan bawah permukaan dengan menggunakan Mag2Dc didapatkan 6 body pada penampakan AB yaitu :tuff pasir, batuan tufa terlempungan, Breksi vulkanik, andesit lava, Breksi tuffan . Dan model penampang CD terdiri dari tufa terlempungan, andesit, breksi vulkanik, lava serta tuff pasir. Breksi vulkanik diduga sebagai batuan tempat terakumulasinya fluida dalam sistem panas bumi. Lokasi Reservoir pada daerah penelitian berada di bawah manifestasi Songgoriti dan mengarah ke bawah manifestasi pada daerah penelitian.
3. Berdasarkan pemodelan inversi dan analisis geokimia diduga fluida pada kedua manifestasi di daerah Songgoriti dan Kasinan berasal dari reservoir yang sama yang melewati struktur sekunder berupa rekahan. Aliran fluida pada manifestasi di Songgoriti memiliki kandungan klorida yang tinggi yang menunjukkan fluida berasal dari reservoir tanpa banyak mengalami pencampuran dengan air meteoric Sedangkan pada kasinan berada pada zona outflow Kasinan letaknya relatif jauh dengan reservoir sehingga terjadi pencampuran dengan air permukaan.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode lain guna melengkapi dan membantu dalam analisis seperti, metode dalam bidang Geofisika lainnya, Geologi , dan Geokimia agar potensi panas bumi di wilayah tersebut dapat dipetakan secara rinci.



DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. *Studi Potensi Panas Bumi di daerah Cangar Kota Batu Jawa Timur Menggunakan Survei Geomagnetik*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang :Universitas Brawijaya.
- Aris, Masdukan. 2017. *Identifikasi Struktur Sekunder menggunakan Analisis Derivative Anomali Gravitasi Pada Sistem Hidrothermal Study Kasus Daerah Panas Bumi Cangar Jawa timur*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang :Universitas Brawijaya
- Aribowo, Yoga, dan Heri Nurohman. 2012. *Studi Geokimia Air Panas Area Prospek Pans bumi Gunung Kendalisodo Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Teknik. 33 (1) : 32-36
- Blakely, R.J., 1995. *Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press : New York
- Brenier, S., 1973. *Aplication Manual For Portable Magnetometers*. Geometrics, California.
- Broto, S. dan T. T. Putranto. 2011. *Aplikasi Metode Geomagnetik dalam Eksplorasi Panas Bumi*. Teknik, 32(1): 79-87.
- Dickson, M. H., dan Fanelli. 1995. *Geothermal Energy Chichester*: John Willey and Sons.Ltd
- Efendi, R., Fajrah., *Pemodelan 2D Reservoir Geothermal Menggunakan Metode Geomagnet di Desa Kasimbar Barat*. Jurnal. Gravitasi Vol.15 no 1.
- ESDM. 2012. *Survei Pendahuluan Geologi Geokimia Geofisika*. Laporan Tidak Diterbitkan: Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur
- Fournier R.O (1991) *Water Geothermometers applied to Geothermal Energ. In Application of Geochemistry in Geothermal Reservoir Development*. Unitar 37-69.
- Fristy, Lita. *Identifikasi Anomali Magnetik di Daerah Prospek Panas Bumi Arjuno – Welirang*. Skripsi. Tidak Diterbitkan: Universitas Indonesia
- Giancoli, Douglasc., 1999. *Physics*. New York
- Hadisudewo, D., 1989. *Penelitian Geokimia Daerah Panas Bumi Cangar – Padusan Kompleks Gunung Arjuno – Welirang*

- Anjasmoro ,Kabupaten Malang – Mojokerto Pasuruan Jawa Timur. Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jendral Pertambangan Umum Direktorat Vulkanologi-Bandung.
- Hochstein, M.P dan Browne, P.R.L., 2000, *Surface Manifestation of Geothermal System with Volcanic Heat Source In Encyclopedia of Volcanoes*. H. Sigwardson, B.F. Houghton, S.R. Mc Nutt, H. Rymer and J. Stix (eds), Academic Press.
- Inaiyah, A. 2015. *Aplikasi Metode Magnetik Untuk Identifikasi Kontak Satuan Batuan di Desa Klepu Kecamatan Pringaps Kabupaten Semarang*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Isna, Laily. 2016. *Aplikasi Metode Geomagnetik untuk Mengetahui Struktur Geologi Bawah Permukaan Ranu Segaran Duwes Kecamatan Tiris Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang : Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ilyas, G.I, 2004. *Kajian Kuantitas dan Kualitas Energi Vulkano – Geothermal Komplek Gunungapi Arjuno-Welirang Berdasarkan Parameter Suseptibilitas*. Skripsi Universitas Brawijaya, Malang.
- Kasbani, Suhanto, E. Dahlan, 2007. *Kesiapan Data Potensi Panas Bumi Indonesia Dalam Mendukung Penyiapan Wilayah Kerja*. Kelompok Progam Penelitian Pans Bumi. Pusat Sumber Daya Geologi.
- Kasbani. 2009. *Tipe Sistem Panas Bumi di Indonesia dan Estimasi Potensi Energinya*. Buletin Sumber Daya Geologi, Vol.4, No.3: 64-73.
- Lesmana, O.I, 2007. *Pendugan Struktur 3D Waduk Energi Vulkanik – Geothermal Kompleks Arjuno Welirang Berdasarkan Anomali Magnetik Pseudogravity*. Jurusan Fisika. Universitas Brawijaya Malang.
- Nuha, Dafiyy. 2012. *Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas Songgoriti Kota Batu Berdasarkan Data Geomagnetic*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang : Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Priyambodo, Bagus. 2004. *Studi Zona Hidrotermal Songgoriti Batu dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi*

- Wenner Sounding. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Universitas Brawijaya
- Narulita, E. *Studi Struktur Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Berdasarkan Metode Geomagnetik*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Risdiasari, F. 2010. *Analisis Zona Potensi Panas bumi daerah Wasekt, Kabupaten Buru Selatan, Maluku Berdasarkan Data Magnetik*. Jurusan Fisika. Universitas Brawijaya Malang.
- Robinson, Edwin and Cahit coruh (1998). *Basic Exploration Geophysics Exploration Using the Magnetic Method*. John Wiley and Sons, Inc. Canada
- Rosid, Syamsu. 2008. *Geomagnetik method*. Physics departemen FMIPA-UI, Jakarta
- Saemundsson. K. 2009. *Geothermal System in Global Perspective*. Kenya: UNU-GTP
- Santosa, S., Suwarti, T., 1992. *Geologi Lembar Malang, Jawa*. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi : Bandung
- Saptadji, Nenny Miryani. 2012. *Catatan Kuliah Teknik Panas Bumi*. Bandung . Penerbit ITB
- Sartono. 2006. *Magnetik*. FMIPA-UI, Jakarta.
- Siahaan, Barita. 2009. *Penentuan Struktur Pada Zona Hidrokarbon Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Depok: Universitas Indonesia.
- Sleep, N. H., Fujita, K., 1997. *Principles Of Geophysics*. Printed and bound by Hamilton Printing Co : USA
- Sumintadireja, P 2005. *Vulkanologi dan Geothermal*. Diklat kuliah Vulkanologi dan Geothermal. Penerbit ITB. Bandung
- Sukhyar, R. Dkk. 2014. *Potensi dan Pengembangan Sumber Daya Panas Bumi Indonesia*. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Suparno, Supriyanto. 2009. *Energi panas bumi-A present to the Earth Edisi 1*. Departemen Fisika FMIPA, Universitas Indonesia.
- Telford, W. M., Geldart, L. P and Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, London.
- Telford, W. M., Geldart, L. P and Sheriff, R.E., 1976. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, London.
- Wahyuni, Nurseffi Dwi. (2012). *Indonesia Bakal Jadi Penghasil Listrik Panas bumi Terbesar di*

- Dunia.<http://bisnis.liputan6.com/read/461333/indonesia-bakal-jadi-penghasil-listrik-panasbumi-terbesar-di-dunia>.
- Winarsih, Fiqih Puji. (2014). *Identifikasi Litologi Daerah Manifestasi Panas Bumi Parangwedang Kabupaten Bantul DIY dengan Metode Magnetik*. Skripsi, tidak dipublikasikan. UIN Sunan Kalijaga
- Wirasantosa, S. 1984. *Teknik Pengukuran Dalam Metode Geomagnet*. Institute Teknologi Bandung Pres, Bandung
- Untoro. 2005. *Petunjuk Praktikum Gravitasi dan Magnet*. Laboratorium Geofisika Terapan ITB. Bandung.
- Untung, M. 2001. *Dasar-Dasar Magnet dan Gaya Berat Serta Beberapa Penerapannya*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia

